

భౌతికవిజ్ఞానము

(ద్రవ్యవిజ్ఞానము - రసాయనికవిజ్ఞానము)

నాల్గవ పాఠము

[హయ్యరు సెకండరీ మల్టిపర్పసు స్కూళ్లకు]

1957 సెప్టెంబరు - నవంబరు

రచయితలు :

శ్రీ జి. వి. చిదంబరరావు, ఓ. ఏ., బి. ఇడి.,

శ్రీ పి. వి. నారాయణ, బి. ఎన్.సి., బి. ఇడి.,

సీనియరు సైన్సు అసిస్టెంట్లు,
మహారాజాస్ మల్టీ పర్పసు హైస్కూలు, విజయనగరం.



ప్రకాశకులు :

వేంకట్రామ అండ్ కో.,

విజయవాడ - మద్రాసు - సికింద్రాబాదు

1958

కాపీరైటు రిజిస్టర్డ్

[వెలయ 2-00 న.పై.]

ప్రథమ సుద్రాణము

2,000 ప్రతులు

జూలై, 1958.



‘వేంకటాద్రి’ ప
పవరు పేట :

FOREWORD

It has given me great pleasure to go through the manuscript Volumes of the Science Books written by Sri G. V. Chidambara Rao, Senior Science Assistant and Sri P. V. Narayana, Natural Science Assistant, M. R. Multipurpose School, Vizianagaram and published by Messrs Venkatrama & Co., for use in the Higher Secondary and Multipurpose Schools in Andhra Pradesh. I have had the privilege of intimately knowing the authors for many years as efficient Teachers of Science. One of them, Sri G. V. Chidambara Rao has also experience in the B. Ed., Training School of the M. R. College for over 6 years. As such, I am confident that these books written by them with all their ripe experience in teaching, will be quite useful to the pupils, of the Multipurpose and Higher Secondary Schools, for ~~whom they~~ are intended.

The Books are written according to the Syllabus published by the Department. The Language is simple and Scientific. The exposition is clear and precise. Heuristic method is adopted, wherever possible, while introducing the subject.

I am sure that the Standard aimed at in the Multipurpose and Higher Secondary Schools can certainly be achieved through these books.

I wish the publications success.

Vasantharao Venkata Rao
Principal,
Maharajah's College, Vizianagaram
2—8—'58

P R E F A C E .

We are living in an age of great Scientific advancements. Our daily life is being dominated by the applications of Science to a large extent. In the repatterning of our education system, Science occupies a specially significant place both because of its role in modern life and because of the contribution that it can make to the education of the human personality. In India to-day increasing use of Science and Technology is being made in the shaping of our natural life. The contents of Science are therefore to be enriched and it is to be linked up with the pulsating life of man and nature around.

To achieve a higher and a better standards of Science and Science Teaching, Science Syllabus is specially drafted for the Higher Secondary and Multipurpose Schools by the Department. In the light of that syllabus, Science is to be taught in such a way that it not only provides Scientific information and knowledge but cultivates something of a Scientific mind and builds gradually a Scientific climate of opinion.

The present books are written in accordance with the syllabus in Science published by the Department for the Higher Secondary and Multipurpose Schools, keeping in view the aims of Science Teaching mentioned above. The lessons are arranged on a modern unit plan, giving importance to Practical and utilitarian aspect of Science Teaching based on inductive lines and dealing it as a Science of the environment so as to enable the pupils to appreciate and adapt themselves to their environment both Physical and Natural.

Questions based on the subject matter are purposefully not given at the end of each Chapter because we personally feel that the pupils simply try to prepare answers to those questions without developing the spirit of the Scientific learning.

Regarding Scientific terminology all familiar terms are retained with their English equivalents in brackets. Technical and international terms are mostly transliterated but not translated.

Suggestions for improvement, if any, are quite welcome.

—AUTHORS.

DRAFT SYLLABUS FOR HIGHER SECONDARY AND MULTIPURPOSE SCHOOL COURSE - PHYSICAL SCIENCE FOR FORM IV.

A. PHYSICS.

Course content :	Demonstration :	Experiment :
States of matter-Forms-General and Special properties -Length, Area, Volume, C.G.S., F. P. S , Units-Measuring apparatus - Pipette, Burette and Graduated Jar, Ounce Glass.	D. Measuring length, area and Volumes- Scales - Burette, Pipette, Ounce glass.	E. Measuring length of Straight and Curved lines. E. To find the volume of a solid by Burette and Graduated Jar.
Measurement of Time - Clocks	D. Clocks, Stop Watches.	
Measurement of mass - Common balance.	D. Common Balance.	E. Spring Balance Verification of Hook's Law.
Statics -Simple ideas of force - Earth's force of gravity, Centre of gravity.	D. Models to demonstrate the principle of C. G.	
Hydrostatics :-Simple ideas of pressure - Liquid pressure - Upward, Downward and Sideways - Specific gravity and Density- Density Bottle - Principle of Archimedes- Floatation (Mere Elementary treatment) Pressure of Air - Atmospheric pressure.	D. Upward, Downward pressure Apparatus-Sideward pressure Apparatus. D. Magdeburg Hemispheres.	E. Density of a liquid, using Density bottle

Questions based on the subject matter are purposefully not given at the end of each Chapter because we personally feel that the pupils simply try to prepare answers to those questions without developing the spirit of the Scientific learning.

Regarding Scientific terminology all familiar terms are retained with their English equivalents in brackets. Technical and international terms are mostly transliterated but not translated.

Suggestions for improvement, if any, are quite welcome.

—AUTHORS.

Heat :-Expansion of Bodies due to Heat - Temperature - Different scales - Applica- tion of expansion of bodies-Change of State-Heat and change of State - Trans- mission of heat (Elementary explanation)	E Melting point of Wax-Determination.
Light :-Reflection - Laws of reflection - Re- flection in a plane mirror - Uses of Con- cave and Convex mirrors.	D. Reflection in plane mirror.
Refraction :-Laws of refraction - Refraction through a Slab - through water.	E. To trace the ray through a rectangular [Slab
Uses of Concave and Convex lenses-Uses of Telescope and Microscope.	D. Convex and Con- cave mirrors. D. Convex and Con- cave Lenses.
Magnetism and Electricity :-Magnets - Natural magnets and non-magnetic substances - Properties of Magnet-Primary Cells & Batteries-Daniel, Leclanche, Dry Cells, Bichromate cells-Magnetic effect of Elec- tric Current (Statement only).	D. Cells. D. Telegraph Model Demonstration.
Heating effects - Chemical effect - Elec- trolysis (Elementary Explanation).	D. Heaters. D. Electric Bell.
Lighting effects - Filament - Lamps and Vapour lamps - Telephone.	D. Lamps.

విషయ సూచిక

పేజీ

1. కొలతలు (Measurements) :

(1) ద్రవ్యము (Matter)	1
(2) కొలత ప్రమాణములు (Units of Measurement)	5
(3) కొలత పద్ధతులు (Systems of Measurement)	8
(4) రేఖల పొడవులను కొలుచుట	10
(5) వైశాల్యములను కొలుచుట	14
(6) ఘనపరిమాణములను కొలుచుట	16
(7) కాలమును కొలుచుట	24
(8) ద్రవ్యరాశిని కొలుచుట	25

2. సితిస్థాపకత - హుక్ సూత్రము - స్ప్రింగు త్రాసు :

సితిస్థాపకత	30
హుక్ సూత్రము	41
స్ప్రింగు త్రాసు	44

3. స్థిత శాస్త్రము లేక నిశ్చలత్వ శాస్త్రము :

బలము	45
బల ఫలితము	47

4. గరిమనాభి లేక గురుత్వాకర్షణ కేంద్రము :

గరిమనాభి	50
----------	----

5. ద్రవ స్థిత శాస్త్రము :

ద్రవ పీడనము	54
-------------	----

6. సాంద్రత - విశిష్టగురుత్వము :	
సాంద్రత	62
7. సాపేక్షసాంద్రత :	
సాపేక్షసాంద్రత లేక విశిష్టగురుత్వము	67
8. సరితూగు స్తంభములు :	
U-గొట్టము	78
9. ఆర్కిమిడిస్ సూత్రము :	
ఆర్కిమిడిస్ సూత్రము ప్రయోగము	76
ఆర్కిమిడిసు సూత్రమును ఋజువుచేయుటకు ప్రయోగము	80
10. వస్తువులు తేలుట	82
స్థవరసూత్రములు	84
11. వాతావరణ పీడనము	86
12. ఉష్ణము	90
13. ఉష్ణమువలన వ్యాకోచము	92
14. ఉష్ణమువలన పదార్థ వ్యాకోచము -	
నిత్యజీవితములో దాని వినియోగము	98
15. ఉష్ణోగ్రత - ఉష్ణోగ్రతమానములు	103
(1) సెంటిగ్రేడ్ మైనముయొక్క ద్రవీభవన స్థానమును	
నిర్ణయించుటకు ప్రయోగము	111
16. ఉష్ణప్రేక్షణము	116
17. కాంతి	123
18. ప్రకాశపరావర్తనము	128
పరావర్తన సూత్రములు	180
గోళాకార దర్పణములు - ఉపయోగములు	185

19.	ప్రకాశవక్రీభవనము	142
	గాజుదిమ్మలో వక్రీభవన కిరణ మార్గమును	
	గుర్తించుట - ప్రయోగము	148
	నీటిలో వక్రీభవనము	150
20.	కటకములు	152
	ద్వితీయంభకటకములో ప్రతిబింబములు	154
21.	అయస్కాంతత్వము	163
	అయస్కాంత ధర్మములు	165
22.	విద్యుచ్ఛక్తి	169
	సామాన్యవాట్టా ఘటము	170
	జేనియల్ ఘటము	173
	ప్రైక్రోమేటు ఘటము	174
	లెక్ట్రాంబి ఘటము	175
	నిర్జల ఘటము	176
23.	ఘటమాలలు	178
	విద్యుత్ ప్రవాహ ఫలితములు	180
24.	టెలిగ్రాఫ్	186
	విద్యుత్తువలన కలిగిన ఉష్ణఫలితము - ఎలక్ట్రిక్ హీటర్లు	190
	విద్యుత్తువలన రసాయనిక ఫలితము	193
	విద్యుత్తువలన కలిగిన కాంతిఫలితము - విద్యుద్దీపములు	196
	కార్బన్ ధనువుదీపము	200
	బాష్పదీపములు	201
	స్టోరెంటుదీపము	203

భౌతిక విజ్ఞాన శాస్త్రము

నాల్గవ పాఠము

1. కొలతలు (Measurements)

(1) ద్రవ్యము (Matter)

సూర్యుడు, చంద్రుడు, నక్షత్రములు, గాలి, నీరు, కట్ట, వెండి, బంగారము, ఇనుము, బొగ్గు, గంధకము, ఉప్పు, సురేకారము మొదలైనవి అనేకములు సృష్టిలో గలవు. ప్రయోగశాలలోను, క్లాసుగదిలోను కుర్చీ, బెంచి, టేబిలు, ఫ్లాస్కు, బీకరు, రిటార్టుస్టాండు, తీగవల మొదలైన అనేక వస్తువులుండును. కుర్చీ, బెంచి, టేబిలు కట్టతో చేయబడి యుండును. ఫ్లాస్కు, బీకరు, గాజుతో చేయబడినవి. రిటార్టుస్టాండు, తీగవల ఇనుముతో చేయబడినవి. కట్ట, గాజు, ఇనుము, బంగారము ద్రవ్యము లనబడును. కుర్చీ, బెంచి, టేబిలు, ఫ్లాస్కు, బీకరు, రిటార్టుస్టాండు, తీగవల వస్తువులనబడును. కుర్చీ అనువస్తువు కట్ట అను ద్రవ్యముతో (Matter) చేయబడినది. బీకరు అనువస్తువు గాజు అను ద్రవ్యముతో చేయబడినది. తీగవల అను వస్తువు ఇనుము అను ద్రవ్యముతో చేయబడినది. ఈ విధముగా సృష్టిలో వస్తువులు ఏదో ఒక ద్రవ్యముతో నిర్మింపబడి యుండును. కనుక వస్తువులన్నియు ద్రవ్యమయములని చెప్పవచ్చును. స్థలమును (space) ఆక్రమించుట ద్రవ్యమయైక ప్రధాన లక్షణము.

‘ద్రవ్యము’ అనగా ‘స్థలమును ఆక్రమించునది’ అని నిర్వచించవచ్చును. స్థలమును నాక్రమించుటగాక ద్రవ్యమునకు బరువు (weight) కూడ గలదు. దానిపై ప్రయోగింపబడిన బలములను (Forces) నిరోధించు గుణముకూడ ద్రవ్యమునకు గలదు. రంగు, రుచి, వాసన, గట్టితనము, తాత్పర్యము మొదలగు భౌతిక లక్షణములను జ్ఞానోద్రియములతో బోల్చుకొనగలిగి ద్రవ్యముయొక్క ఉనికిని ప్రెలిసికొనగలుగు చున్నాము. లక్షణములలో భేదముల ననుసరించి నేరువేగు ద్రవ్యములున్నవి.

అనేక అణువులయొక్క కలయికవలన ద్రవ్యమేర్పడినదని చెప్పవచ్చును. ద్రవ్యములో అణువులకు అణువులకు అంతరణు అవకాశమును (Intra molecular space), అంతరణు ఆకర్షణ (Intra molecular attraction) ఉండును. ద్రవ్యముయొక్క అణువులను కలిగి స్వతంత్రముగా నిలన గలిగిన చిన్న ద్రవ్యఖండమే అణువు (Molecule). అణువులు విచ్ఛిన్నమైనచో పరమాణువులు (Atoms) ఏర్పడును. పరమాణువులలో ప్యాంనునవి పరమాణువులే. పరమాణువునం దొక న్యూక్లియస్ ఉండును. ఆ న్యూక్లియస్ లో ధనావేశపు విద్యుచ్ఛక్తిఖండములగు ప్రోటాన్లు, మరియు విద్యుత్తటస్థ భాగములగు న్యూట్రాన్లు ఉండును. న్యూక్లియస్ చుట్టూ కక్షలలో ఋణావేశపు విద్యుచ్ఛక్తిఖండములగు ఎలక్ట్రాన్లు పరిభ్రమించు చుండును. ఇట్లు పరిభ్రమించు ఎలక్ట్రాన్ల సంఖ్య న్యూక్లియస్ లోగల ప్రోటాన్ల సంఖ్యకు సరిసమానముగా నుండును. కనుక పరమాణువు విద్యుత్తటస్థము. న్యూక్లియస్

నందు గల ప్రోటాన్ల ననుసరించి చాలవరకు ద్రవ్యమునకు భారము కలుగుచున్నది. ప్రోటాన్లు, ఎలక్ట్రాన్లు వేరు వేరు నిష్పత్తులలో కలియుటవలన వేరువేరు పరమాణువు లేర్పడి యుండును. ఉదాహరణకు ఉదజని పరమాణువుయొక్క న్యూక్లియస్ లో ఒక ప్రోటాను, దాని చుట్టూ కక్షలో పరిభ్రమించుచున్న ఒక ఎలక్ట్రాను ఉండునని విజ్ఞుల నిర్ణయము. వేరు వేరు పరమాణువులనుబట్టి వేరు వేరు మూలద్రవ్యములు (Elements) కలవు. సృష్టిలో 92 మూలద్రవ్యములేర్పడి యున్నవని విజ్ఞుల నిర్ణయము. ఉదజని, ఆప్లుజని, బంగారము, వెండి, ఇనుము, పాదరసము, బొగ్గు, గంధకము కొన్ని మూల ద్రవ్యములు. అందులో బంగారము, వెండి, ఇనుము, పాదరసము లోహపు మూల ద్రవ్యములు. ఉదజని, ఆప్లుజని, బొగ్గు, గంధకము, భాస్వరము లోహేశిరసు మూల ద్రవ్యములు. ఒక మూలద్రవ్యముయొక్క పరమాణువులు మరియొక మూలద్రవ్యముయొక్క పరమాణువులతో ఏదో ఒక స్థిరనిష్పత్తిలో సంయోగము చెందుట వలన సంయోగ ద్రవ్యము (Compound matter) ఏర్పడును. రెండు ఉదజని పరమాణువులు, ఒక ఆప్లుజని పరమాణువుతో సంయోగము చెందుటవలన ఒక నీటికణువు (Water-Molecule) ఏర్పడును. కనుక నీరు సంయోగ ద్రవ్యము. నీటి యొక్క లక్షణములు ఉదజని, ఆప్లుజని యొక్క లక్షణములుగాక వేరుగానుండును. గాలియందు ఆప్లుజని, నత్రజని, నీటిఆవిరి మొదలైన అనేక ద్రవ్యములు మిశ్రితమైయుండును. కనుక గాలి మిశ్రద్రవ్యము. అందులో మిశ్రితమైయున్న ద్రవ్యముల లక్షణములు మార్పు చెందకుండా అట్లే నిలచి

యుండును. ఈ రీతిగా మూల, మిశ్రమ, సంయోగ ద్రవ్యములున్నవి.

ఘన, ద్రవ, వాయుస్థితులు అను మూడు స్థితులలో ద్రవ్యముండును. మంచుగడ్డయందు ఘనస్థితిలోను, నీటియందు ద్రవస్థితిలోను, నీటి ఆవిరియందు వాయుస్థితిలోను ద్రవ్యముండును. పీడన, ఉష్ణతలను బట్టి ద్రవ్యముయొక్క స్థితి నిర్ణయమై, పీడన ఉష్ణతలు మారినచో ద్రవ్యముయొక్క స్థితికూడ మారవచ్చును. ఘనస్థితిలో నున్న మంచుగడ్డ ద్రవ్యమును వేడిచేసినచో నీరై ద్రవస్థితికి మారును. నీటిని మరగించినచో నీరు ఆవిరియై వాయుస్థితికి సూరును. నీటి ఆవిరిని చల్లార్చినచో వాయుస్థితి మారి ద్రవస్థితి కలుగును. నీటిని బాగా చల్లబరచినచో ద్రవస్థితి మారి ఘనస్థితి కలిగి మంచుగడ్డ ఏర్పడును. గాలిని బంధించి, దానిపై హెచ్చు పీడనమును కలిగించినచో వాయుస్థితి మారి ద్రవస్థితి కలుగును.

ఘనస్థితి యందున్న ద్రవ్యమునందు అణువులు ఒక దానితోనొకటి అతిదగ్గరగా అంతరణుఅకర్షణశక్తివలన బంధితములైయుండును. ఘనస్థితియందున్న ద్రవ్యమునకు నిర్దిష్టమైన ఆకార పరిమాణము లుండును. దాని ఆకారపరిమాణములను బాహ్యశక్తుల వలన మార్చవచ్చునే గాని దానంతటది ఆకార పరిమాణములందు మార్పు చెందదు. బంగారపు ముక్కను కాల్చి, సాగగొట్టి దాని ఆకారపరిమాణములను మార్చవచ్చును. కాని దాని నొకచోట స్థిరముగా పడవేసి యుంచినచో దాని ఆకార పరిమాణములు మారక అట్లే యుండును.

ద్రవస్థితిలో నున్న ద్రవ్యమునకు నిర్దిష్టమైన పరిమాణముండును గాని ఆకారముండదు. ఏ పాత్రలో ఆ ద్రవ్యముండునో ఆ పాత్రయొక్క ఆకారము నది పొందును. ద్రవస్థితియందున్న ద్రవ్యము బాహ్యశక్తుల (External Forces) ప్రాబల్యము లేకుండగనే తానుండు పాత్రననుసరించి ఆకారమునందు మార్పు చెందుచుండును. సీసాలో పోసిన నీటికి సీసా ఆకారము, గ్లాసులో పోసిన నీటికి గ్లాసు ఆకారము ఉండును. ద్రవస్థితిలో నున్న ద్రవ్యమం దణువులు ఘనస్థితియందున్నంత దగ్గరగా బంధితముత్తైయుండవు. కనుక ద్రవస్థితిలో ద్రవ్యమునకు పారుదల గుణముండును.

వాయుస్థితిలో నున్న ద్రవ్యమునకు నియమిత ఆకార పరిమాణము లుండవు. ఏ పాత్రలో తానుంచబడునో ఆ పాత్రయందలి స్థలమును పూర్తిగా ఆక్రమించుకొను వరకు వ్యాపించు చుండును. ద్రవస్థితియందున్న ద్రవ్యమున కిట్టి గుణము లేదు. ఎంత పరిమాణముగల ద్రవము ఒక పాత్రలో పోయబడునో అంతే పరిమాణము గల స్థలము ఆ పాత్రలో ఆ ద్రవముచే నాక్రమింపబడును; కాని అంతకు మించదు, తగ్గదు. వాయుస్థితిలో నున్న ద్రవ్యమునకును, ద్రవస్థితిలో నున్న ద్రవ్యమునకును గల ముఖ్యమైన భేద మిదియే.

(2) కొలత ప్రమాణములు (Units of Measurement)

ఒక పంచె పొడవును సాధారణముగా మూరవేసి కొలచి ఎన్ని మూరలు పొడవున్నదో చెప్పుదుము. అనగా మూరపొడవును ప్రమాణముగా తీసికొనిపంచెయొక్క పొడవు,

మూరపొడవునకెన్ని రెట్లున్నదో నిర్ణయించి చెప్పదుము. కాని అందఱ మూరలు పొడవులో సమానముగా నుండవు. మనిషికి మనిషికి మూరపొడవులో తేడా యుండును. కనుక ఒకే వంచె పొడవు కొలత, ఒకరి మూరతో ఒకలాగున వేరొకరి మూరతో వేరొకలాగున ఉండవచ్చును. కనుక మూరతో పొడవు కొలత ఖచ్చితమైన కొలతకాదనియు తెలియుచున్నది. కాబట్టి పొడవును కొలుచుటకు మూర పొడవు ప్రమాణముకాదు. అట్లే జాన, బెత్తకూడ పొడవు కొలతకు ప్రమాణములు కానేరవు. అందుచే పొడవును ఖచ్చితముగా కొలుచుటకు సరియైన పొడవు ప్రమాణము అవసరమైనది. అట్లే వైశాల్యము, ఘనపరిమాణము, కాలము, వేగము, ద్రవ్యరాశి మొదలగు భౌతికరాసులన్నిటిని ఖచ్చితముగా కొలుచుటకు తగిన ప్రమాణము అవసరము.

ఒక భౌతికరాశిని కొలుచుట అనగా ఒక ప్రమాణ భౌతికరాశితో దానిని సరిపోల్చుట. అనగా ఆ భౌతికరాశి, ప్రమాణ భౌతికరాశికెన్నిరెట్లున్నదో తెలుసుకొనుట. ఒక భౌతిక రాశిని కొలుచుటకు ఏ ప్రమాణరాశిని ఉపయోగింతుమో అది దానికి ప్రమాణము (Unit) అగును. భౌతికరాశికిని దానిని కొలుచుట కుపయోగించు ప్రమాణమునకును గల నిష్పత్తి సంఖ్య పరిమాణము (Magnitude) అనబడును. కాలముయొక్క కొలతకు ప్రమాణము ఒక సెకండు. ఒక నిమిషమునగా సెకండునకు 60 రెట్లు. ఇచ్చట నిమిషము అను భౌతికరాశియొక్క పరిమాణమును తెలియ

జేయు సంఖ్య 60. దానినే నిమిషమునకు 60 సెకెండ్లని సాధారణముగా చెప్పుదుము.

కొన్ని భౌతిక రాసులను సజాతీయ భౌతికరాసులతోనే కొలవవలెను. కాని కొన్ని భౌతికరాసులను సజాతీయ భౌతిక రాసులతోనేగాక వానికి సంబంధించిన విజాతీయ భౌతిక రాసులతోకూడ కొలుచుటకు వీలున్నది. ఒక బట్టపొడవును పొడవు ప్రమాణముతోనే కొలువగలముతప్ప ఘరి ఏ యితర ప్రమాణముతోను కొలువలేము. కాని ఆబట్టయొక్క వైశాల్యమును వైశాల్య ప్రమాణముతోనేగాక పొడవు ప్రమాణముతో గూడ తెలుసుకొనవచ్చును. అదేవిధముగా ఘనపరిమాణమును ఆయతన ప్రమాణముతోనేగాక దైర్ఘ్య ప్రమాణము (పొడవు)తో గూడ కనుగొనవచ్చును. సజాతీయ భౌతికరాసుల ప్రమాణములలోనే కొలువ వలసిన భౌతిక రాసులను ప్రధాన భౌతిక రాసులనియు, అట్టి ప్రమాణములను ప్రధాన ప్రమాణము (Fundamental units) లనియును అందురు. విజాతీయ భౌతికరాసుల ప్రమాణములతో గూడ కొలవగలిగిన భౌతికరాసులను వ్యుత్పన్న భౌతిక రాసులనియు, అట్టి ప్రమాణములను వ్యుత్పన్న ప్రమాణము (Derived units) లనియు అందురు. కాలము, దూరము, ద్రవ్యరాశి అను మూడు భౌతికరాసులు ప్రధాన భౌతిక రాసులు (Fundamental Quantities). ప్రధాన ప్రమాణమునకు ఉదాహరణము అడుగు (Foot). వ్యుత్పన్న ప్రమాణములకు ఉదాహరణములు చదరపుటడుగు (Square-foot), ఘనపుటడుగు (Cubic foot).

(3) కొలతపద్ధతులు (Systems of Measurement)

భౌతికరాసుల కొలతలకు (1) బ్రిటిష్ పద్ధతి (2) మెట్రిక్ పద్ధతి అను రెండు పద్ధతులు వాడుకలోనున్నవి. బ్రిటిష్ పద్ధతిలో అడుగు, పౌను, సెకెండు క్రమముగా దూరము, ద్రవ్యరాశి, కాలము అను ప్రధానద్రవ్యరాసుల కొలతలకు ప్రమాణములు. అడుగు, పౌను, సెకెండు ఇంగ్లీషు భాషలో క్రమముగా (Foot - Pound - Second) అనబడును. కనుక బ్రిటిష్ పద్ధతిని (Foot Pound Second System) లేదా (F. P. S. System) అందురు. బ్రిటిష్ పద్ధతి ప్రకారము ధైర్యప్రమాణమును నిర్ణయించుటకు లండను నగరమందు బోర్డుఆఫ్ ట్రేడ్ కార్యాలయములో 62° ఫారన్ హీటు ఉష్ణోగ్రత వద్ద భద్రముగానుంచబడిన ఒక కంచుకడ్డిపై రెండు అడ్డు గుర్తులను పెట్టి, ఆ గుర్తుల మధ్యదూరము గజము అని చెప్పబడినది. ఆ గజములో మూడవవంతు అడుగు. హెచ్చు దూరముల కొలతకు మైళ్లు, తక్కువదూరములకొలతకు అంగుళములు ఉపయోగపడును. నిత్యవ్యవహారములో పొడవును కొలుచుటకు ఉపయోగపడు అడుగు బద్దలు, గజము బద్దలు, లండన్ నగరమందు బోర్డుఆఫ్ ట్రేడ్ కార్యాలయము నందుంచబడిన గజము బద్దకు సరియైన ప్రతిరూపములే. బ్రిటిష్ పద్ధతిలో ద్రవ్యరాశి కొలతకు ప్రమాణమైన పౌనుకూడ లండన్ లో బోర్డుఆఫ్ ట్రేడ్ కార్యాలయమునందు భద్రముగా నుంచబడిన స్లాటినము ముద్దయొక్క ద్రవ్యరాశికి సమానము.

మెట్రిక్ పద్ధతిలో సెంటిమీటరు, గ్రాము, సెకెండు అనునవి క్రమముగా దూరము, ద్రవ్యరాశి, కాలముల

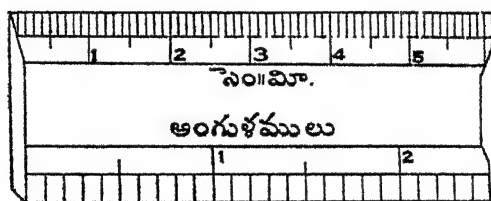
కొలతలకు ప్రధానపు ప్రమాణములు. కావున మెట్రిక్ పద్ధతిని సెంటిమీటరు - గ్రాము - సెకెండు పద్ధతి లేక C. G. S. పద్ధతి అని అందురు. మెట్రిక్ పద్ధతిలో ద్వైర్ఘ్యప్రమాణమును నిర్ణయించుటకుగాను ఫ్రాన్సు దేశమున “ఇంటర్ నేషనల్ బ్యూరో ఆఫ్ వెయిట్సు అండ్ మెజర్సు” వారి ఆఫీసులో ప్లాటినమ్ - ఇరిడియమ్ కడ్డియొకటి భద్రముగా నుంచబడి దానిపై రెండు అడ్డుగుర్తులుంచబడినవి. మంచుగడ్డ కరిగెడి ఉష్ణోగ్రతలో ఆరెండుగుర్తుల మధ్యదూరము ఒక మీటరు అని చెప్పబడినది. మీటరులో నూరవంతు ఒక సెంటిమీటరు. ఆ సెంటిమీటరే మెట్రిక్ పద్ధతిలో ద్వైర్ఘ్య ప్రమాణము.

పేరిస్ నగరమందు ప్రాచీనపత్రములుండు ఆఫీసులో ప్లాటినమ్ - ఇరిడియమ్ లోహమిశ్రమపు ముద్దయొకటి భద్రముగా నుంచబడి దాని ద్రవ్యరాశి ఒక కిలోగ్రాముగా నిర్ణయింపబడినది. కిలోగ్రాములో వెయ్యోవంతు ఒక గ్రాము. అట్టిగ్రాము మెట్రిక్ పద్ధతిలో ద్రవ్యరాశి కొలతకు ప్రమాణము.

బ్రిటిష్ పద్ధతిలోను, మెట్రిక్ పద్ధతిలోనుకూడ కాలము నకు కొలత ప్రమాణము ఒక సెకెండు. మధ్యమాన సౌరదినములో $1/86400$ వంతు ఒక సెకెండుగా తీసుకొనబడినది. మధ్యాహ్నమునుండి తిరిగి మధ్యాహ్నము వరకుగల కాల వ్యవధికి దినమనిపేరు. ఒక సంవత్సరమందలి దినములయొక్క సరాసరి పరిమాణము మధ్యమాన సౌరదినము (Mean solar day) అనబడును.

(4) రేఖల పొడవులను కొలుచుట

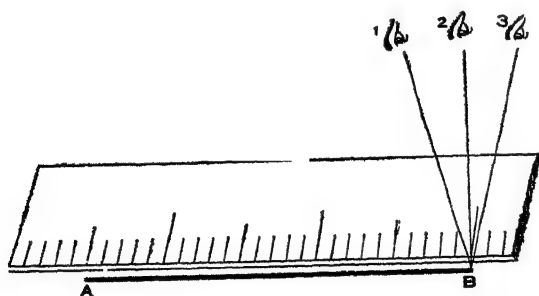
సరళరేఖపొడవు:—ఒక సరళరేఖ పొడవును కొలుచుటకు సాధారణముగా అడుగుబద్దతో, అరడుగుబద్దతో ఉపయోగింతుము. ఆ కొలబద్దకు ఒక అంచున అంగుళములు, దశాంశ అంగుళములలోను, రెండవ అంచున సెంటిమీటర్లు, మిల్లిమీటర్లలోను పొడవుల విభాగములుండును. సాధారణముగా ఈ కొలబద్దకొనలు వాడుక నలస అరిగి పోవును. కనుక నీనితో కొలతలు తీయునపుడు శూన్యాంశపు గుర్తునుండి కాకుండా మొదటి అంగుళమునుండిగాని, మొదటి సెంటిమీటరు నుండి గాని కొలత స్తారంభించవలెను. ఖచ్చితపు కొలత కిదియొక జాగ్రత్త.



1-వ పటము కొలబద్దలోని భాగములు.

A B అను సరళరేఖ పొడవును కొలవవలసినచో A అను బిందువుతో కొలబద్ద యొక్క 1 వ అంగుళము గుర్తో, 1 వ సెంటిమీటరు గుర్తో ఏకీభవించు నట్లును, కొలబద్ద అంచు సరళరేఖపై పెట్టి, B అను బిందువు కొలబద్దపై ఏగుర్తు

నకు ఎదురుగా నున్నదో చూడవలెను. B అను పేరాన్ని 6'4 సెంటిమీటర్ల గుర్తుతో ఏకీభవించినచో 6'4 సెం. మీ. నుండి 1'0 సెం. మీ. తీసివేసినచో 5'4 సెం. మీ. వచ్చును. కనుక A B అను సరళరేఖ పొడవు 5'4 సెం. మీ. గా తీసుకొనవలెను. కొన్ని కొలబద్దలయందు గుర్తులు కొనలనుండి గాక కొనలకు కొంచెము దూరమునుండి ప్రారంభింపబడి యుండును. అట్టి వానితో కొలతలు తీయునపుడు '0' అం. గుర్తు లేదా '0' సెం. మీ. గుర్తుతో ప్రారంభించి కొలవ వచ్చును. సరళరేఖను కొలుచునప్పుడు రేఖ చివర బిందువున కెదురుగానుండు కొలబద్దమీద గుర్తును వైనుండి నిట్టనిలువుగా కంటితోచూచి తెలుసుకొనవలెను; గాని ప్రక్కలనుండి చూడరాదు. ప్రక్కలనుండి చూచినచో

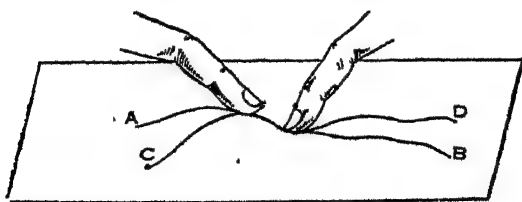


- 2-వ పటము పేరలాక్సు దోషమును నిరూపించుట
1, 3. పేరలాక్సు దోషము 2. పేరలాక్సు దోషమురాదు.

పేరలాక్సు దోషమువలన ఖచ్చితమైన కొలతరాదు. కనుక ఖచ్చితమైన కొలత కిది మరియుక జాగ్రత్త. కంటిని సరియైన

స్థానమునందుంచక పోవుటవలన కొలతయందు కలుగు దోషమునకు పేరలాక్సు దోషము (Parallax error) అని పేరు. 2-వ పటములో పేరలాక్సు దోష మెట్లు కలుగునో నిరూపింప బడినది.

వక్రరేఖపొడవు:—A B అను ఒక వక్రరేఖను శైలి కాగితముపై గీయుము. ఒక పొడవైన సన్నని దారమును తీసుకొని, దానియొక్క ఒకకొనకు సమీపమున 'C' అను సిరాగుర్తును పెట్టి ఆ గుర్తుగల భాగమును వక్రరేఖ యొక్క ఒక కొన 'A' తో ఏకీభవించునట్లు చేయుము. తరువాత దారమును వక్రరేఖతో ఏకీభవించునట్లు చేయుచు వక్రరేఖ రెండవ కొన 'B' వచ్చువరకును దారమును జరుపుము. అచ్చట ఆ దారముపై 'D' అను మరియొక సిరాగుర్తును పెట్టుము.



3-వ పటము వక్రరేఖ పొడుగును కొలుచుట

దారమును స్కేలుపై నుంచి రెండు సిరాగుర్తుల మధ్య దూరమును కనుగొనుము. అది ఆ వక్రరేఖపొడవు అగును.

అంగుళమునకును, సెంటీమీటరునకును గల సంబంధము: పై ప్రయోగములలో సరళరేఖ పొడవును, వక్రరేఖ పొడవును అంగుళములలోను, సెంటీమీటర్లలోను కొలచి ఫలితములను క్రిందిపట్టికలో వ్రాయుము.

వరుస సంఖ్య	రేఖపేరు	రేఖపొడవు		1 అం నకు సెం మీ	1 సెం మీ నకు అంగుళములు
		అం లలో	సెం మీ లలో		
1	సరళరేఖ				
2	వక్రరేఖ				

పై పట్టికలో కొలతలు వేసి ఫలితములను కనుగొన్నచో 1 అం|| నకు 2'54 సెం||మీ|| 1 సెం||మీ|| నకు 0'394 అం|| అనియు తెలియును.

మెట్రిక్ మానము.	బ్రిటిష్ మానము.
10 మిల్లిమీటర్లు = 1 సెం. మీటరు	12 అంగుళములు = 1 అడుగు
10 సెం. మీ = 1 డెస్సి ,,	3 అడుగులు = 1 గజము
10 డెస్సి మీ = 1 మీటరు	220 గజములు = 1 ఫర్లాంగు
10 మీటర్లు = 1 డెకామీటరు	8 ఫర్లాంగులు = 1 మైలు.
10 డెకా ,, = 1 హెక్టా మీ	
10 హెక్టా ,, = 1 కిలోమీటరు	

1 మీటరు = 39'370 అంగుళములు.

1 మైలు = 1'609 కిలోమీటర్లు.

మెట్రిక్ పద్ధతిలో లెక్కించుటవలన దశాంశవిధానము సులభమగును.

(5) వైశాల్యములను కొలుచుట.

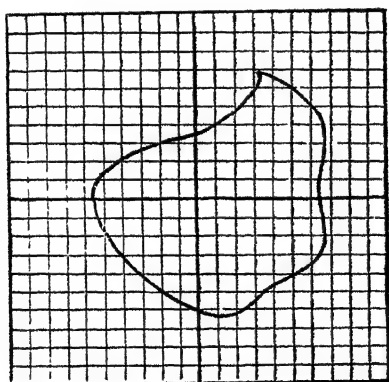
బ్రిటిష్ పద్ధతిలో చదరపు టడుగు, మెట్రిక్ పద్ధతిలో చదరపు సెంటిమీటరు వైశాల్యమును కొలుచుటకు ప్రమాణములు. ఒక అడుగు భుజము గల చదరముయొక్క వైశాల్యము ఒక చదరపు టడుగు. అట్లే 1 సెం. మీ. భుజముగల చదరముయొక్క వైశాల్యము 1 చదరపు సెంటిమీటరు. క్రమాకారపు తలముల వైశాల్యములను సూత్రముల నుపయోగించి కనుగొనవచ్చును.

1. త్రిభుజాకారతల వైశాల్యమునకు సూత్రము =
 $\frac{1}{2}$ భూమి పొడవు కొలత \times ఎదుటి భుజమున గీసిన లంబము సొమ్ము కొలత.
2. దీర్ఘచతురస్రాకారతల వైశాల్యమునకు సూత్రము =
 పొడవు కొలత \times వెడల్పు కొలత.
3. సమాంతర చతుర్భుజతల వైశాల్యమునకు సూత్రము =
 భూమి పొడవు కొలత \times ఎదుటి భుజమునుండి ఆ భూమికి గీసిన లంబము పొడవు కొలత.
4. వృత్తాకారపుతల వైశాల్యము = πr^2 (r = వ్యాసార్థము కొలత, $\pi = \frac{22}{7}$)
5. ఘాతాకారపుతల వైశాల్యమునకు సూత్రము =
 $2\pi r l$ (r = వ్యాసార్థము కొలత, l = ఎత్తు కొలత.)
6. శంఖు ఆకారపు వట్టుతల వైశాల్యమునకు సూత్రము =
 $\pi r l$ (r = వ్యాసార్థము కొలత, l = ఏటవాలు ఎత్తు కొలత.)
7. గోళాకారపు వట్టుతల వైశాల్యము = $4\pi r^2$
 (r = వ్యాసార్థము కొలత, $\pi = \frac{22}{7}$)

అక్రమాకారపు సమతలముల వైశాల్యములను గ్రాఫ్ కాగితము నుపయోగించి కనుగొనవచ్చును. అక్రమాకారపు సమతల వస్తువును గ్రాఫ్ కాగితముపైనుంచి దాని ఆకారమును దానిచుట్టూ పెన్సిలుతో గుర్తించుము. తరువాత వస్తువును

తీసి గ్రాఫ్ కాగితముపై గీయబడిన దాని ఆకారములో చిన్న గళ్లను లెక్కింపుము. సగముగాని, సగముకంటె ఎక్కువగాని యున్నచో ఆగళ్ల భాగములను పూర్తి గళ్ళుగా లెక్కించి, సగముకంటె తక్కువగానున్న గళ్ళభాగములను లెక్కింపకుండా విడిచిపెట్టవలెను. ఆ ఆకారమునందు లెక్కింపబడిన మొత్తము గళ్ళసంఖ్యను నూరుచే భాగించినచో వచ్చిన సంఖ్య ఆ అక్రమాకారపు సమతల వైశాల్యమును చదరపు పరిమాణములో తెలుపును.

క్రమాకారపు సమతల వైశాల్యములను, అక్రమాకారపు సమతల వైశాల్యములను కనుగొనుటకు వేరొకపద్ధతి కూడ గలదు. ఏ ఆకారముయొక్క వైశాల్యమును కనుగొన



4వ పటము

అక్రమక్షేత్రముయొక్క వైశాల్యమును కనుగొనుట.

వలెనో దాని ప్రతిరూపమును సమాన మందముగల సీసపు రేకుమీద గీసి దాని నతిజాగ్రత్తగా కత్తిరించి తూచవలెను.

దాని బరువు W_1 గ్రా. అనుకొనుము. ఆ రేఖనుండి ప్రమాణ వైశాల్యముగల ముక్కను కత్తిరించి తూచవలెను. దాని బరువు W_2 గ్రా. అనుకొనుము. మొదటగీసిన ఆకారపు వైశాల్యము $\frac{W_1}{W_2}$ ప్రమాణములు.

(6) ఘనపరిమాణములను కొలుచుట

ఒక వస్తువుచే ఆక్రమింపబడిన పూర్తిస్థలము లేక ప్రదేశము ఆ వస్తువుయొక్క ఘనపరిమాణము లేక ఆయతనము అనబడును. బ్రిటిష్ పద్ధతిలో ఘనపరిమాణమును కొలుచుటకు ప్రమాణము ఒక ఘనపుటడుగు. ఒక అడుగు భుజముగల ఘనముచే ఆక్రమింపబడిన ప్రదేశము ఒక ఘనపుటడుగు. ఆ విధముగానే ఒక సెంటిమీటరు భుజముగల ఘనముచే ఆక్రమింపబడిన ప్రదేశము ఒక ఘనపు సెంటిమీటరు. మెట్రిక్ పద్ధతిలో ఘనపరిమాణములను కొలుచుటకు ప్రమాణము 1 ఘనపు సెంటిమీటరు.

క్రమాకారపు వస్తువుల ఘనపరిమాణమును సూత్రముల నుపయోగించి కనుగొనవచ్చును.

1. ఘనముయొక్క ఘనపరిమాణము = పొడవుకొలత \times పొడవుకొలత \times పొడవుకొలత.
2. దీర్ఘఘనముయొక్క ,, = పొడవుకొలత \times వెడల్పుకొలత \times ఎత్తుకొలత.
3. గోళముయొక్క ,, = $\frac{4}{3} \pi r^3$ (r = వ్యాసార్థముకొలత.
 $\pi = 3.14$)
4. స్థూపకముయొక్క ,, = $\pi r^2 h$ (r = వ్యాసార్థముకొలత
 h = ఎత్తుకొలత
 $\pi = 3.14$)

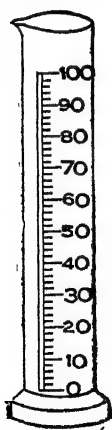
$$\text{చ. శంఖుయొక్క ఘనపరిమాణము} = \frac{1}{3} \pi r^2 h \quad (r = \text{వ్యాసార్థముకొలత})$$

$$h = \text{ఎత్తుకొలత}$$

$$\pi = \frac{22}{7}$$

ఘనస్థితిలోనున్న అక్రమాకారపు వస్తువులయొక్కయు ద్రవపదార్థములయొక్కయు ఘనపరిమాణములను కొలతపాత్రలతో కనుగొనవచ్చును. ఛేదాంకిత కొలజాడి (graduated jar or Measuring cylinder), బ్యూరెట్టు, పిపెట్టు, ఔన్నుగ్లాసు అనునవి కొన్ని కొలతపాత్రలు.

1. ఛేదాంకితకొలజాడి (Graduated jar or Measuring cylinder) :—ఇది పొడవైన స్థూపాకారపు గాజుపాత్ర. దీని



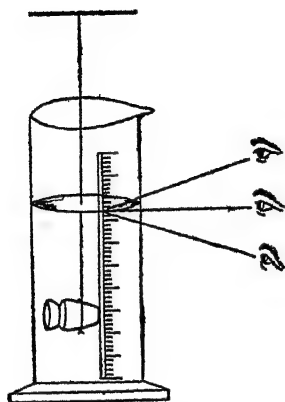
చే-వ పటము.

ఛేదాంకిత

కొలజాడి.

అడుగుభాగము సమమట్టముగా నుండును. కనుక బల్లపై పడిపోకుండా నిలువుగా నుండగలదు. దీనినుండి ద్రవమును మరియొక పాత్రలోనికి సులభముగా వంచి పోయుటకు వీలుగా దీని మూతికి ముక్కు ఉండును. సాధారణముగా కొలజాడీలు 100, 200, 250, 500, 1000 ఘన సెంటిమీటర్లు పరిమాణములలో తయారుచేయబడును. దీనిపై ఘన సెం. మీ. గుర్తులు క్రిందనుండి మీదకు హెచ్చునట్లు గుర్తించబడియుండును. ఎక్కువ ద్రవముయొక్కయు, రాళ్లు, గాజు బిరడావంటి అక్రమాకారపు ఘనపదార్థములయొక్కయు, ఘనపరిమాణములను కనుగొనుటకు కొలజాడి ఉపయోగపడును.

నీటిలోమునిగెడి గాజుబిరడావంటి వస్తువుయొక్క ఘన పరిమాణమును కొలజాడీతో కనుగొనుట :—



6-వ పటము

కొలజాడీతో ఒకవస్తువు
ఘనపరిమాణమును కనుగొనుట

కొలజాడీలో కొంతవరకు నీనుపోసి గాలిబుడగలు లేకుండాచేసి మట్టమును గుర్తించుము. నీటిమట్టమును గుర్తించునప్పుడు నీటిమట్టపు అడుగు వక్రతలముతో, షీ తి జ స మా నాంతరముగా కంటితోచూచి పేరలాక్కు దోషమురాకుండా రీడింగు తీయవలెను. గాజుబిరడాకు సన్నని దారమును కట్టి కొలజాడీయందలి నీటిలో గోడలకు తగలకుండా పూర్తిగా మునుగునట్లు దించవలెను. మరల నీటిమట్టమును తొలిరీతినిగుర్తించి

రీడింగుతీయవలెను. రెండు రీడింగులకుగల భేదమును గాజుబిరడాయొక్క ఘనపరిమాణముగా తీసుకొనవలెను.

$$\text{మొదటి నీటిమట్టపు రీడింగు} = V_1 \text{ c. c.}$$

$$\text{రెండవనీటిమట్టపు రీడింగు} = V_2 \text{ c. c.}$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{గాజుబిరడాచే స్థానభ్రంశము} \\ \text{కొబడిన నీటిఘనపరిమాణము} \end{array} \right\} = (V_2 - V_1) \text{ c. c.}$$

$$\begin{aligned} \text{గాజుబిరడాయొక్క ఘనపరిమాణము} &= \text{గాజుబిరడాచే స్థానభ్రంశము} \\ \text{కొబడిన నీటిఘనపరిమాణము} &= (V_2 - V_1) \text{ c. c.} \end{aligned}$$

నీటిలోతేలేడి బెండువంటి వస్తువుయొక్క ఘనపరిమాణమును కొలజాడీతో కనుగొనుట :— కొలజాడీలో కొంతవరకు నీరుపోసి, గాలిబుడగలులేకుండా చూచి, ఒక దారముకట్టబడిన లోహపుగుండు లేక స్థూపకమును కొలజాడీ గోడలకు తగలకుండా నీటిలో పూర్తిగా మునుగునట్లు దించి పేరలాక్సు దోషమురాకుండా నీటిమట్టమును గుర్తించి రీడింగు తీయవలెను. ఆ లోహపువస్తువును సింకరు అందురు. ఆ సింకరునకు బెండుముక్కను జంటచేసి దారముతోకట్టి నీటిలో పూర్తిగా మునుగునట్లు దించి అప్పుడు నీటిమట్టపు రీడింగును తీయవలెను.

$$\text{మొదటి రీడింగు (సింకరు మునిగినప్పుడు)} = V_1 \text{ c. c.}$$

$$\text{రెండవ రీడింగు (సింకరు + బెండుముక్క మునిగినప్పుడు)} = V_2 \text{ c. c.}$$

$$\text{బెండుముక్క ఘనపరిమాణము} = (V_2 - V_1) \text{ c. c.}$$

నీటిలో కరిగెడి మైలుతుత్తపుముక్క, పటికముక్క వంటి పదార్థముల ఘనపరిమాణములను ప్రైవిధముగా కనుగొనుటకు కొలజాడీయందు నీటికి బదులు, ఆ వస్తువుల కరుగని క్వికోసిన్ నూనెవంటి ద్రవములను ఉపయోగింపవలెను.

2. బ్యూరెట్టు:—ఇది పొడవైన సన్నని గాజుగొట్టము. అడుగున మార్గనిరోధిని (Stop cock) నోజులుతోకూడియుండును.

నిరోధినిని విప్పి నోజలునుకూడా నీటితోనింపి మార్గనిరోధినిని కట్టవలెను. గాలిబుడగలు లేకుండా చేయవలెను. ఒక కొలజాడీని బ్యూరెట్టుక్రిందపెట్టి దానిలో కొన్ని సీసపురవ్వలను వేయవలెను. బ్యూరెట్టులో నీటిమట్టమును అడుగు వక్రతలముతో సరిగా పేరలాక్కు దోషములేకుండా చూచి గుర్తించవలెను. మార్గనిరోధిని విప్పి కొలజాడీలోనికి నీటిని తగినంత విడచిపెట్టి మార్గనిరోధినిని కట్టవలెను. బ్యూరెట్టులో నీటిమట్టమును మరల తొలిరీతినే గుర్తించవలెను. రెండు రీడింగులకుగల తేడానుబట్టి బ్యూరెట్టునుండి విడచిపెట్టబడిన నీటి ఘనపరిమాణము తెలియును. కొలజాడీలో నీటిమట్టమును పేరలాక్కు దోషము లేకుండా అడుగు వక్రతలముతో సరిగాచూచి గుర్తించవలెను. బ్యూరెట్టునుండి విడచిన నీటి ఘనపరిమాణముకంటె కొలజాడీలో నీటిమట్టపు రీడింగు ఎక్కువఉండును. ఈ రెంటికిని గలతేడా సీసపురవ్వల ఘనపరిమాణమగును. దీనిని సీసపురవ్వల సంఖ్యచే భాగించినచో ఒక సీసపురవ్వయొక్క సరాసరి ఘనపరిమాణము వచ్చును.

బ్యూరెట్టులో పట్టెడి చిన్నవస్తువుల ఘనపరిమాణమును కొలజాడీలేకుండా కనుగొనవచ్చును. బ్యూరెట్టులో నీటిమట్టమును సరిగా గుర్తించి రీడింగుతీయవలెను. చిన్నతీగ చుట్టను బ్యూరెట్టులో నీటిలోమునుగునట్లు జారవిడిచి గాలిబుడగలు లేకుండాచూచి, నీటిమట్టమును గుర్తించవలెను. ఈ రెండు రీడింగులకు గలతేడా ఆ తీగ చుట్టయొక్క ఘనపరిమాణమగును.

బ్యూగెట్టలో మొదటిసీటిమట్టపు రీడింగు = 10.8 C. C.

తీగచుట్టను సీటిలోనికి జారబడిచినతరువాత రీడింగు = 8.4 C.C.
(రీడింగులు మీదనుండి క్రిందకు లెక్కించి గుర్తించుటచే గండవ రీడింగు తగ్గును).

కనుక తీగచుట్టయొక్క ఘనపరిమాణము = $10.8 - 8.4 \text{ C. C.}$
= 2.4 C. C.

సీసపురవ్వల ఘనపరిమాణమును గూడ సీ విధముగా కనుగొనవచ్చును.

3. పిపెట్టు:—ఇది మధ్యభాగము ఉబ్బెత్తుగానుండి రెండువైపుల సన్నని నాళములుగల గాజు పరికరము. ఒక



9-వ పటము

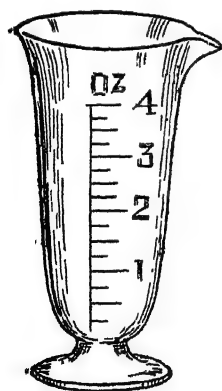
పిపెట్టు

నాళము యొక్కకొన సన్నని రంధ్రముగా నుండును. రెండవనాళముపైని చుట్టూ ఒక గీతయుండును. ఈ గీతవరకు గల పిపెట్టులో ఘనపరిమాణము ఉబ్బెత్తుభాగముపై గుర్తింప బడియుండును. 2, 5, 10, 20, 25, 50 ఘన సెంటీమీటర్ల పరిమాణములు గల పిపెట్టు లుండును. నియమిత ఘనపరిమాణము గల ద్రవమును పిపెట్టుతో సున్నితముగా ఒకపాత్ర నుండి తీసి వేరొకపాత్రలో పోయవచ్చును. సన్ననిరంధ్రముగల కొనను ఒకపాత్రయందలి ద్రవములో మునుగునట్లుపెట్టి రెండవకొనను నోటిలో పెట్టుకొని పీల్చి గీతకుపైగాద్రవ మును లాగవలెను. తరువాత బొటనవ్రేలితో ఆ కొననుమూసి విప్పుచు గీతతోసరిగా ద్రవ

చుట్ట ముందునట్లు చూచి వేరొకపాత్రలోనికి విడువవలెను.

పిపెట్టులోనికి ద్రవమును నోటితో పీల్చునప్పుడు నోటిలోనికి ద్రవము రాకుండా మధ్యను ఉబ్బెత్తు అనగా బల్బు ఏర్పాటు చేయబడి యుండును.

4. బౌన్సుగ్లాసు:—ఇదొక చిన్న కొలవాడీ. దీనితో ఒకటి మొదలు 10 బౌన్సుల వరకు ద్రవమును కొలుచుటకు వీలుండును. బౌన్సులో ఎనిమిదవవంతగు ద్రాము పరిమాణము గల ద్రవమునుకూడ దీనితో కొలిచి తీయవచ్చును. ద్రవస్థితి యందున్న మందులను కొలుచుటకు సాధారణముగా బౌన్సు గ్లాసును ఉపయోగింతురు.



10-వ పటము
బౌన్సుగ్లాసు

బ్రిటిషు ద్రవమానము

10 పౌనుల స్వచ్ఛమైన నీటిఘనపరిమాణము = 1 గాలను.

1 గాలను = 8 పైంట్లు

1 పైంట్లు = 20 ద్రవబౌన్సులు

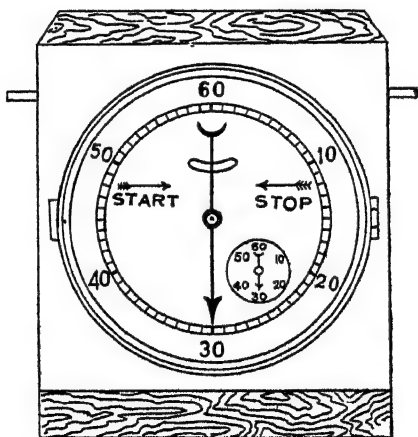
1 ద్రవబౌన్సు = 28.4 ఘనసెంటిమీటర్లు
సుమారు.

1 ద్రవబౌన్సు = 8 ద్రవద్రాములు

1 ద్రవద్రాము = 60 మినిములు (చుక్కలు)

(7) కాలమును కొలుచుట

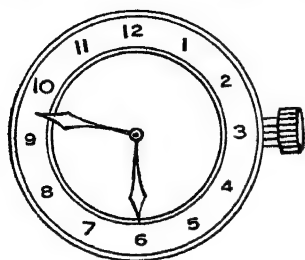
ప్రధాన భౌతికరాసులలో కాలమొకటి. దాని కొలతకు ప్రమాణము ఒక సెకెండు. చాలా ప్రాచీన కాలమందు సూర్యుడు, నక్షత్రములువంటి ఖగోళములను బట్టియే కాలపు పరిమాణమును తెలిసికొనెడివారు. తరువాత ఇసుక గళాసు (Sand glass), నీడ గడియారము, నీటిగడియారము మొదలైన సాధనములవలన కాలమును తెలుసుకొన గలుగుచుండిరి, విరివిగా విజ్ఞానము పెరుగుటవలన ఈనాడు గోడ గడియారములు, జేబువాచీలు, చేతివాచీలు వంటి సున్నితమైన సాధనములు కాలమును తెలిసికొనుటకు వాడుకలోనికి



11-వ పటము ఆపుగడియారము (Stop Clock

వచ్చినవి. ప్రయోగశాలలో కాలపు పరిమాణమును తెలిసికొనుటకు ఆపుగడియారములు (Stop clocks), ఆపువాచీలు (Stop watches) ఉపయోగపడును.

ఆపు గడియారములందును, ఆపు వాచీలయందును నిమిషములను, సెకండ్లను మాత్రమే తెలియజేయుటకు ముల్లులుండును. అవి తిరుగకుండా ఆపుచేయుటకును మరల తిరుగునట్లు జేయుటకును ఏర్పాట్లుండును. ముల్లును తిరిగి '0' గుర్తు వద్ద ఉండునట్లు చేయుటకు గూడ ఏర్పాట్లుండును. వీటితో $\frac{1}{2}$ సెకెండు వరకు కాలమును కొలిచి తెలిసికొన వచ్చును.



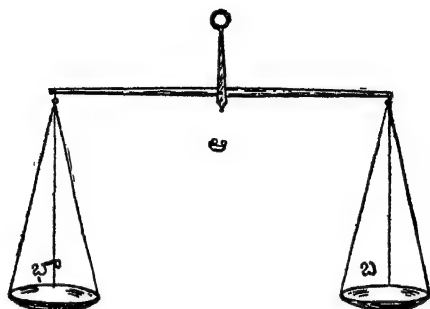
12-వ పటము
ఆపు వాచి (Stop Watch)

ఇది పనిచేయుట మన యధీనములో నుండును గనుక ప్రయోగశాలలలోను, ఆటలపోటీలలోను సరియైన కాలమును ఖచ్చితముగా కొలిచి తెలిసికొనుట కుపయోగపడును. పేరలాక్సు దోషము రాకుండా రీడింగుతీసి వీటితో కాలమును ఖచ్చితముగా కొలువవలెను.

(8) ద్రవ్యరాశిని కొలుచుట

ద్రవ్యరాశిని కొలుచుటకు కొలప్రమాణము C. G. S. పద్ధతిలో ఒక గ్రాము. F. P. S. పద్ధతిలో ఒక పౌను. ప్రయోగశాలలో వస్తువుయొక్క ద్రవ్యరాశిని కొలుచుటకు సాధారణముగా సున్నితపు త్రాసు, తీగత్రాసు ఉపయోగింపబడుచుండును. అంగడిలో వస్తువులను తూచుటకు తక్కిన ఉపయోగింపబడును. దానియందు ఒక పొడవైన దండముండును. దండమునకు మధ్య నొక దారము కట్టబడి

యుండును. ఆ మధ్యబిందువును దండముయొక్క ఆధారము (Fulcrum) అందురు. దండముయొక్క రెండుకొనలనుండి రెండు పళ్ళెములు వ్రేలాడుచుండును. దండముయొక్క ఆధారమునుండి పళ్ళెము వ్రేలాడుచుండు బిందువువరకు



18-వ పటము

సామాన్యపు త్రాసు (Common Balance)

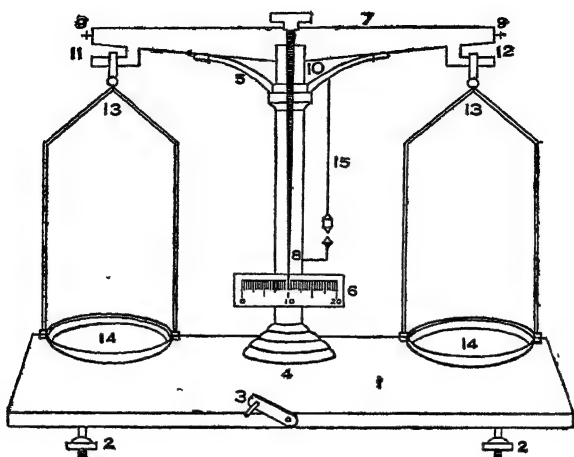
ఆ - ఆధారము, భా - భారము, బ - బలము

గల భాగమును త్రాసుయొక్క భుజము అందురు. కనుక త్రాసునకు రెండు భుజములుండును. ఆ రెండు భుజములు పొడవులలోను, బరువులోను సమానముగా నుండవలెను. తక్కిడతో తూచునప్పుడు ఎడమ పళ్ళెములో తూనిక రాళ్ళను వేసి, దండము ఖీతిజ సమాంతరముగా నుండువరకు కుడి పళ్ళెములో వస్తువును వేయుచుందురు. దండము ఖీతిజ సమాంతరముగా నున్నప్పుడు ఎడమ పళ్ళెములో వేసిన తూనికరాళ్ళ బరువునకు వస్తువు బరువు సరితూగును. అంగడిలో ఉపయోగపడు తక్కిడ సామాన్యపు త్రాసు (Common Balance) రకమునకు చెందినది.

తొక్కెడలో స్వల్పభేదములుండును. సామాన్యపు త్రాసులో స్వల్పభేదములు లేకుండా ఏర్పాటు చేయబడియుండును. దీని యందు ఒక ఇనుపదండముండును. దండము మధ్య ఒక కత్తిమొన (Knife edge) అతికియుండును. కత్తిమొనకు సరిగా మీదకుండునట్లు ఒక ముల్లు దండమున కమర్చబడియుండును. కత్తిమొన కొనలు రెండు ఇనుపరేకులందుగల గుండ్రని రంధ్రములలో ఆనియుండును. ఇనుపరేకులపై కొనలు అతుకబడియుండును. దానికొక కొక్కెముండును. అతుకబడిన భాగమున కడుగున ఒక చిన్నముల్లుండును. అదంతయు స్వేచ్ఛగా వ్రేలాడుటకు వీలుగా నుండును. కత్తిమొన కిరుప్రక్కల సమానదూరములో దండముయొక్క కొనలకు కొక్కెములుండును. ఆ కొక్కెములనుండి సమానబరువుగల పల్లెములు వ్రేలాడుచుండును. కత్తిమొన కిరుప్రక్కల గల త్రాసుయొక్క భుజములు బరువులోను, పొడవులోను సమానముగా నుండును. త్రాసు స్వేచ్ఛగా వ్రేలాడుచున్నప్పుడు దండమున కమర్చబడిన ముల్లును, ఇనుపరేకుల కతుకబడిన ముల్లును ఒకదానికొకటి సూటిగా నుండును. వస్తువులను తూచునప్పుడు దండమున కమర్చబడిన ముల్లు ఎక్కువబరువుగల వైపునకు వంగును.

సున్నితపు త్రాసు :—ప్రయోగశాలలో చిన్నవస్తువులను గూడ ఖచ్చితముగా తూచుటకు సున్నితపుత్రాసు ఉపయోగపడును. బరువునందు అతి స్వల్పభేదములుగూడ తెలియుటకు సున్నితపుత్రాసులో ఏర్పాట్లుండును.

సున్నితపుత్రాసులో భాగములు పటములో చూపబడినవి.

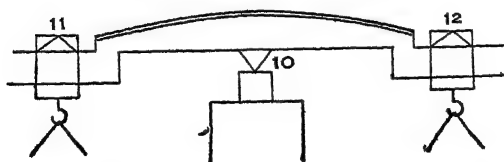


14-వ పటము సున్నితపుత్రాసు - అందలి భాగములు.

(1) ఆధారపీఠ (Platform) (2) మట్టకీళ్లు (Levelling Screws) (3) చేతిపిడి (Handle) (4) స్తంభము (Pillar) (5) స్తంభములో ఊత (Support) (6) చంఠపుస్కేలు (Ivory Scale) (7) దండము (Beam) (8) చూపుడుముట్ట (Pointer) (9) సవరణమరలు (Adjusting Screws) (10, 11, 12) మూడు కత్తిరించుట (Knife edges) (13) 8 కొబులు (Stirrups) (14) పళ్ళెములు (Scale pans) (15) లంబనూత్రము (Plumb line).

ఆధారపీఠకు మధ్యను స్తంభము నిట్టనిలువుగా అమర్చి, బడియుండిను. స్తంభములో ఊతయుండిను. మధ్య కత్తిరించుట ఆ ఊత ఆనియుండిను. ఆ కత్తిరించుతో దండము కలిసియుండిను. దండమున కిరుక్కల కత్తిరించులనుండి

దికాబులు పశ్చిములతో వ్రేలాడుచుండును. కత్తియంచులు ఎగేటుతోగాని, ఉక్కుతోగాని చేయబడియుండును. దండము యొక్క మధ్యభాగమునకు ఒక పొడవైన చూపుడుముల్లు అమర్చబడి స్తంభమునకు అడుగున అమర్చబడిన దంతపు స్కేలుపైని కుడి, ఎడమలకు తిరుగుటకు వీలుగానుండును. దండముకొనలకుగల సవరణమరలను సవరించి స్కేలు సరిహద్దులలో చూపుడుముల్లు తిరుగునట్లు చేయవచ్చును. ఆధారపీట అడుగునగల కీళ్ళనుసవరించి మట్టమును సారా మట్టముతోగాని, లంబసూత్రముతోగాని సరిచూడవచ్చును. చేతిపిడిని కుడివైపుత్రిప్పి స్తంభములోని ఊతను పైకిలేవనెత్తవచ్చును. అప్పుడు మధ్య కత్తియంచుపై దండము స్వేచ్ఛగా తిరుగుచు త్రాసు పనిచేయుటకు వీలుగానుండును. పిడిని ఎడమకు త్రిప్పినచో త్రాసు విరామస్థితికి వచ్చును. ఒక జారుడు గాజుతలుపుగల కట్టవెట్టెలో సున్నితపు త్రాసు అమర్చబడి యుండును. తలుపును మూసియుంచినచో చూపుడుముల్లు యొక్క కంపనములకు గాలితరంగముల సంపర్కముండదు.



15-వ పటము సున్నితపు త్రాసునందలి దండము

10, 11, 12 కత్తి మొనలు

బరువులపెట్టె (Weight Box) :—సున్నితపు త్రాసుతో వస్తువులను తూచుట కవసరమగు బరువులు ఒక పెట్టెయందు

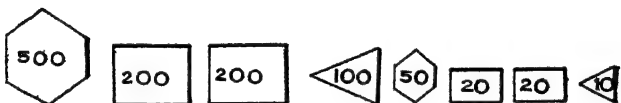
దమర్చబడి యుండును. బరువులను పట్టుకొని తీయుటకు స్రావణము (Forceps) కూడ పెట్టెలో ఉండును. వస్తువుల బరువులను శతాంశగ్రాము అనగా ఒక సెంటిగ్రామునకు ఖచ్చితముగా కనుగొనుటకు వీలుగా పెట్టెయందు బరువులుండును. అవి వరుసగా పూరాభారములు (గ్రాములు).



16-వ పటము. బరువుల పెట్టెయందలి

ఖండభారములు (Fractional weights) మిల్లిగ్రాములు.

500 గ్రా; 200 గ్రా; 200 గ్రా; 100 గ్రా;
 50 గ్రా; 20 గ్రా; 20 గ్రా; 10 గ్రా;
 5 గ్రా; 2 గ్రా; 2 గ్రా; 1 గ్రా.



17-వ పటము మిల్లిగ్రాము కట్టెలు

1 గ్రాము = 1000 మిల్లిగ్రాములు

500 మి. గ్రా. = 0.5 గ్రా. 50 మి. గ్రా. = 0.05 గ్రా.
 200 మి. గ్రా. = 0.2 గ్రా. 20 మి. గ్రా. = 0.02 గ్రా.
 200 మి. గ్రా. = 0.2 గ్రా. 20 మి. గ్రా. = 0.02 గ్రా.
 100 మి. గ్రా. = 0.1 గ్రా. 10 మి. గ్రా. = 0.01 గ్రా.

పనిచేయుటకు త్రాసును సిద్ధపరచుట :

త్రాసుయొక్క గాజుతలుపును ఎత్తి, పల్లెములను మెత్తని కుంచతో తుడిచి శుభ్రముచేయవలెను. మట్టకీళ్లను సవరించి

వడంబము (Plumb line) స్తంభమునకు సమానాంతరముగా నుండునట్లు చేయవలెను. దానివలన ఆధారిపీట సమమట్టు ముగా చేయబడును. చేతిపిడిని నెమ్మదిగా కుడివైపునకు త్రొప్పి చూపుడుముల్లు కదలనిచో నెమ్మదిగా ఒక పల్లెముపై చేతితో గాలిని అదిమి చూపుడుముల్లు తిరుగునట్లు చేయవలెను. సవరణ మరలను సవరించి, చూపుడుముల్లు స్కేలు హద్దులో మధ్యగీతకు అటునిటు సమానముగా కంపించునట్లు చేయవలెను. ఇట్టి సవరణలు చేయబడిన త్రాసు వస్తువులను తూచుటకు సిద్ధమైయుండును.

వస్తువులను తూచుటలో పాటించవలసిన నియమములు

1. పైని చెప్పినరీతిగా సవరణలు చేయబడి తూచుటకు సిద్ధముగా నున్నదో లేదో చూచుకొని, అవసరమైనచో సవరణలుచేసి త్రాసును సిద్ధపరచవలెను.
2. ఒక త్రాసునకు నిర్ణీతమైన భారముకంటె ఎక్కువ భారముగల వస్తువులను దానితో తూచరాదు.
3. వస్తువులను ఎడమపల్లెములోను, తూకపురాళ్లు లేక కట్టెలను కుడి పల్లెములోను వేయవలెను.
4. చేతిపిడిని నెమ్మదిగా త్రిప్పవలెను.
5. బరువులను వేయునప్పుడుగాని, తీయునప్పుడుగాని చేతిపిడిని ఎడమవైపునకు త్రిప్పి బండమును విరామావస్థ (Rest) లో నుంచవలెను.
6. కట్టెలను త్రావణముతోతప్ప చేతితో పట్టుకొనరాదు.
7. వస్తువులను వేడిగా నున్నప్పుడు తూచరాదు. (కోపిణిపాత్రలో పెట్టి చల్లార్చినతరువాత తూచవలెను.)

8. రాసాయనిక పదార్థములను (Chemicals) తూచునప్పుడు వానిని తిన్నగా పళ్లెములో పడవేయక తగిన పాత్రలలో నుంచి తూచవలెను.
9. వస్తువు సుమారుబరువుకంటె ఎక్కువ బరువుగల కట్టెలతో ప్రారంభించి క్రమముగా తక్కువబరువుగల కట్టెలతో ప్రయత్నింపవలెను.
10. చూపుడుముల్లు లేక సూచిక ఊపులను గమనించునప్పుడు గాఢతలుపును మూసియుంచవలెను. లేనిచో గాలికి ఊపులలో మారుస్తుండును.
11. కట్టెలను పళ్లెమునుండి తీసినతరువాత కట్టెలపెట్టెలో వాని యధాస్థానమునందే ఆమర్చవలెను.
12. చూపుడుముల్లు స్కేలుహద్దులో, హెచ్చు కంపన పరిమితిలేకుండా ఊగుచున్నప్పుడే గాఢతలుపును మూసి వెనుదిరుగు స్థానములు లేక పరివర్తనస్థానములు (Turning points) గుర్తించవలెను.

శూన్యాంశ లేక ప్రారంభ విరామస్థానము

(Initial or zero resting point)

రెండు పళ్లెములలోను బరువులుగాని, వస్తువులుగాని లేకుండా పళ్లెములు శూన్యముగా నున్నప్పుడు కట్టబడిన విరామస్థానము ప్రారంభ లేక శూన్యాంశ విరామస్థాన మనబడును (I. R. P. or Z. R. P.). చేతిపిడిని కుడివైపునకు త్రిప్పినతోడనే సూచిక దంతపు స్కేలుపై నిటునటు తిరుగుట ప్రారంభించును. క్రమముగా దాని కంపనపరిమితి తగ్గి చివరకది స్కేలుపై ఒకభాగమువద్ద స్థిరపడును. స్కేలుపై ఏ భాగమువద్ద సూచిక నిలకడగానుండునో దానిని విరామస్థానమందురు. పళ్లెములు ఖాళీగానున్నప్పుడు సూచిక విరామస్థానమును ప్రారంభ లేక శూన్యాంశ విరామస్థాన

మందురు. సున్నితపు త్రాసులో సూచిక నిలకడచోటున స్థిరపడునప్పటికి చాల కాలమగును. కనుక అంతవరకు ఆగకుండా సూచిక వెనుదిరుగుస్థానములను (Turning points) గుర్తించి విరామస్థానమును కట్టవచ్చును. సూచిక దంతపు స్కేలుపై ఏ భాగము వద్ద ఎడమనుండి కుడివైపునకు తిరుగునో ఆ గుర్తుయొక్క సంఖ్య సూచికయొక్క ఎడమ వెనుదిరుగు స్థానము (Left turning point). అట్లే కుడి వెనుదిరుగు స్థానమునుకూడ గుర్తింపవచ్చును. విరామస్థానమునకనుగునుటకు 5 వరుసల వెనుదిరుగుస్థానములను గుర్తింపవలెను. వానిలో 3ి ఎడమవైపువిగాను, 2ి కుడివైపువిగాను ఉండవలెను. ఎడమవైపువాటికి సరాసరిని, కుడివైపువాటికి సరాసరినికట్టి, ఆ రెండింటికిని తిరిగి సరాసరిని కట్టినచో వచ్చినది విరామస్థానమగును.

1. స్కేలుపై మధ్యగీతను గుర్తించుట:— స్కేలుపై గీతలను ఎడమవైపునుండి కుడివైపునకు 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 చొ॥న వరుసగా లెక్కపెట్టి వేయవలెను. గీతలు 15 ఉన్నచో మధ్యగీత $15 \div 2 = 8$ అగును. గీతలసంఖ్య బేసిసంఖ్యలగును. కనుక దాని కొకటి కలిపి రెండుచే భాగించినచో మధ్య గీత తెలియును. (గళ్ళను లెక్కపెట్టినచో గళ్ళసంఖ్య సరిసంఖ్య అగును. కనుక దానిని 2 చే భాగించినచో మధ్య గడితెలియును. గీతలు 15 ఉన్నచో గళ్ళు 14 అగును. మధ్యగడి 7 అగును.)

2. ప్రారంభ విరామ స్థానము కట్టుట:—

$$\text{ఉ॥} \quad \text{స్కేలుమీద గీతల సంఖ్య} = 21$$

$$\text{మధ్యగీత} = \frac{21+1}{2} = \frac{22}{2} = 11$$

ఎడమ	కుడి	విరామస్థానము
2.5	19.5	
3.0	19.0	3.0
3.5		19.25
3) $\overline{9.0}$	2) $\overline{38.5}$	2) $\overline{22.25}$
సరాస 3.0	19.25	11.12

ప్రారంభ విరామ స్థానము (I. R. P. or Z. R. P.) = 11.1
ప్రారంభ విరామ స్థానము మధ్యగీతకు 0.5 కంటే హెచ్చుగాని తక్కువగాని ఉండరాదు. అనగా మధ్యగీత 11 అయినప్పుడు ప్రా. వి. స్థా. 11.5 నకు 10.5 నకు నడుమ నుండవలెను.

3. హెచ్చుబరువు, తక్కువబరువు కనుగొనుట:—
వస్తువును ఎడమపళ్ళెమున ఉంచి, కట్టెలను కుడిపళ్ళెములో వేయుచు 0.01 గ్రా (10 మి. గ్రా) తేడా ఉండునట్లు హెచ్చుబరువు, తక్కువబరువు అను రెండు బరువులను కనుగొనవలెను. చేతిఫిడిని కుడివైపు త్రిప్పి దండమును ఎత్తినప్పుడు దంతపుస్కేలుపై సూచిక వస్తువున్న పళ్ళెమువైపు హెచ్చుగా కదలినచో ఎడమపళ్ళెములో వేసినబరువు హెచ్చైనదనియు, బరువులున్న పళ్ళెమువైపు సూచిక హెచ్చుగా కదలినచో పళ్ళెములో వేసిన బరువు తక్కువైనదనియు తెలుసుకొనవలెను.

ఉదాహరణము:—

హెచ్చుబరువు	తక్కువబరువు
$20 \text{ గ్రా} + 10 \text{ గ్రా} = 30 \text{ గ్రా.}$	$20 \text{ గ్రా} + 5 \text{ గ్రా} = 25 \text{ గ్రా}$
$20 \text{ గ్రా} + 5 \text{ గ్రా} + 2 \text{ గ్రా} + 2 \text{ గ్రా} = 29 \text{ గ్రా.}$	$20 \text{ గ్రా} + 5 \text{ గ్రా} + 2 \text{ గ్రా} = 27 \text{ గ్రా}$
$20 \text{ గ్రా} + 5 \text{ గ్రా} + 2 \text{ గ్రా} + 1 \text{ గ్రా} = 28 \text{ గ్రా.}$	
$20 \text{ గ్రా} + 5 \text{ గ్రా} + 2 \text{ గ్రా} + 500 \text{ మి. గ్రా} + 200 \text{ మి. గ్రా} = 27.7 \text{ గ్రా.}$	$20 \text{ గ్రా} + 5 \text{ గ్రా} + 2 \text{ గ్రా} + 500 \text{ మి. గ్రా} = 27.5 \text{ గ్రా.}$
$20 \text{ గ్రా} + 5 \text{ గ్రా} + 2 \text{ గ్రా} + 500 \text{ మి. గ్రా} + 100 \text{ మి. గ్రా} = 27.6 \text{ గ్రా.}$	$20 \text{ గ్రా} + 5 \text{ గ్రా} + 2 \text{ గ్రా} + 500 \text{ మి. గ్రా} + 50 \text{ మి. గ్రా} = 27.55 \text{ గ్రా.}$
$20 \text{ గ్రా} + 5 \text{ గ్రా} + 2 \text{ గ్రా} + 500 \text{ మి. గ్రా.} + 50 \text{ మి. గ్రా} + 20 \text{ మి. గ్రా} = 27.57 \text{ గ్రా.}$	$20 \text{ గ్రా} + 5 \text{ గ్రా} + 2 \text{ గ్రా} + 500 \text{ మి. గ్రా} + 50 \text{ మి. గ్రా.} + 10 \text{ మి. గ్రా} = 27.56 \text{ గ్రా.}$

హె. బ = 27.57 గ్రా. త. బ = 27.56 గ్రా. తేడా = 0.01 గ్రా.
(10 మి. గ్రా.)

4. హెచ్చుబరువు విరామస్థానము కట్టుట:— హెచ్చుబరువును కుడిపల్లెములోను, వస్తువును ఎడమపల్లెములోను ఉంచి ప్రారంభవిరామస్థానము కట్టినట్లుగానే హెచ్చుబరువు విరామస్థానమును కట్టవలెను.

ఉ॥ కుడిపక్కములో హె. బ. = 27.57 గ్రా. తో

ఎడమ	కుడి	హె. బ. వి. స్థా.
8.0	16.5	3.5
3.5	16.0	16.25
4.0		
3) $\overline{10.5}$	2) $\overline{32.5}$	2) $\overline{19.75}$
$\underline{3.5}$	$\underline{16.25}$	$\underline{9.87}$

హె. బ. వి. స్థా. 9.9

(ప్రా. వి. స్థా. కంటే హె. బ. వి. స్థా. తక్కువ యుండవలెను.)

5. తక్కువ బరువు విరామ స్థానమును కట్టుట :—
తక్కువ బరువును కుడి పక్కములోను, వస్తువును ఎడమ పక్కములోను ఉంచి విరామ స్థానమును పై విధముగానే కట్టవలెను.

ఉ॥ కుడిపక్కములో త. బ. = 27.56 గ్రా. తో

ఎడమ	కుడి	త. బ. వి. స్థా.
8.5	19.5	4.0
4.0	19.0	19.25
4.5		
3) $\overline{12.0}$	2) $\overline{38.5}$	2) $\overline{28.25}$
$\underline{4.0}$	$\underline{19.25}$	$\underline{11.62}$

త. బ. వి. స్థా. = 11.6

(త. బ. వి. స్థా., ప్రా. వి. స్థా. కంటే హెచ్చుగా నుండవలెను.)

N. B. :—ఈ విరామస్థానమును కట్టుటలో సూచిక కుడి ఎడమవైపులకు కదలిన చాలును. మధ్యగీతను చాటి పోనక్కరలేదు.

6. ఉపగతభారము (Approximate weight) కట్టుట :

హె. బి. వి. స్థానము గాని, త. బి. వి. స్థానముగాని ప్రారంభ విరామ స్థానముతో సరిపోయినచో దానికి సంబంధించిన బరువును నిజభారముగా తీసుకొనవలెను. లేదా ఏ విరామ స్థానము ప్రారంభ విరామ స్థానమునకు దగ్గరగా నున్నదో చూచి దానికి సంబంధించిన బరువును ఉపగతభారముగా తీసుకొనవలెను.

$$\begin{array}{rcl} \text{ఉ|| ప్రా. బి. వి. స్థా.} & = & 11.1 \\ \text{హె. బి. వి. స్థా.} & = & 9.9 \\ \hline \text{తేడా} & = & 1.2 \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl} \text{త. బి. వి. స్థా.} & = & 11.6 \\ \text{ప్రా. బి. వి. స్థా.} & = & 11.1 \\ \hline \text{తేడా} & = & 0.5 \end{array}$$

ప్రా.వి. స్థానమునకు, హె.బి.వి. స్థానమునకు ఉన్న తేడా కంటే త. బి. వి. స్థానమునకు ప్రారంభ విరామ స్థానమునకు ఉన్న తేడా తక్కువ. కనుక త. బి. వి. స్థానమున ప్రారంభ విరామ స్థానమున హెచ్చు బరువు విరామ స్థానము కంటే దగ్గర. అందుచే తక్కువ బరువు అనగా 27.56 గ్రా. ఉపగత భారముగా తీసుకొనవలెను.

7. మూడవదశాంశస్థానమునకు ఖచ్చితపు భారమును

కట్టుట :—

$$\begin{array}{rcl} \text{త. బి. వి. స్థా.} & = & 11.6 \\ \text{హె. బి. వి. స్థా.} & = & 9.9 \\ \hline \text{తేడా} & = & 1.7 \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl} \text{త. బి. వి. స్థా.} & = & 11.6 \\ \text{ప్రా. బి. వి. స్థా.} & = & 11.1 \\ \hline \text{తేడా} & = & 0.5 \end{array}$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{హె. బి.} = 27.57 \\ \text{త. బి.} = 27.56 \end{array} \right\} \text{తేడా} = 0.01 \text{ గ్రా.}$$

త. బి. వి. స్థానమునకు, హె. బి. వి. స్థానమునకు తేడా 1.7 అయినప్పుడు తక్షణవబరువునకు కలుపవలసినది 0.01 గ్రా. (10 మి. గ్రా.)

ప్రా. వి. స్థా. నకు, త. బ. వి. స్థా. నకు తేడా 0.5 అయినప్పుడు

$$\text{తక్కువ బరువునకు కలుపవలసినది} = \frac{.01 \times .5}{1 \times .7} = \frac{.05}{17} = .003 \text{ గ్రా.}$$

$$\text{మూడవదశాంశమునకు ఖచ్చితపు భారము} = 27.56 + .003 = 27.563 \text{ గ్రా.}$$

లేక

$$\begin{array}{rcl} \text{త. బ. వి. స్థా.} & = & 11.6 \quad \text{ప్రా. వి. స్థా.} = 11.1 \\ \text{హె. బ. వి. స్థా.} & = & 9.9 \quad \text{హె. బ. వి. స్థా.} = 9.9 \\ \text{తేడా} & \frac{1.7}{1.7} & \text{తేడా} \quad \frac{1.2}{1.2} \end{array}$$

త. బ. వి. స్థానమునకు, హె. బ. వి. స్థా. నకు తేడా 1.7 అయినచో హెచ్చుబరువునుండి తీసివేయవలసినది = .01 గ్రా.

ప్రా. వి. స్థా. నకు, హె. బ. వి. స్థానమునకు తేడా 1.2 అయినచో

$$\text{హెచ్చుబరువునుండి తీసివేయవలసినది} = \frac{.01 \times 1.2}{17} = \frac{.12}{17}$$

$$= .007 \text{ గ్రా.}$$

$$\text{మూడవదశాంశమునకు ఖచ్చితపు భారము} = 27.57 - .007$$

$$= 27.56 \text{ గ్రా.}$$

2. స్థితిస్థాపకత - హుక్ సూత్రము -

స్ప్రింగు త్రాసు

(Elasticity - Hook's Law - Spring Balance)

స్థితిస్థాపకత:—ఒక ఉక్కు-స్ప్రింగుయొక్క ఒకకొనను ఎడమచేతితో గట్టిగాపట్టుకొని రెండవకొనను కుడిచేతితో పట్టుకొని కొద్దిగాలాగుము. స్ప్రింగుసాగును. అనగా దాని పొడవు హెచ్చును. ఇట్లుసాగుటలో ఏదోఒకశక్తి నిరోధించుచున్నట్లుండును. కుడిచేతితో పట్టుకున్న స్ప్రింగుకొనను విడచి పెట్టినచో స్ప్రింగు యథాస్థితినిపొందును. ఒక రబ్బరు త్రాడు రెండుకొనలు పట్టుకొని లాగినప్పు డది సాగి పొడవు హెచ్చును. లాగుటమానినచో అది సంకోచించి తొలి పొడవును పొందును. రబ్బరుబంతిని చేతితో గట్టిగా నొక్కినచో లోపలిగాలి సంకోచించి రబ్బరుబంతి నొక్కువడును. చేయిబలమును తీసివేసినచో లోపలిగాలి తొలిపరిమాణమును పొంది బంతి యథార్థాపమునకు వచ్చును. రెండుకత్తిమొనలపై ఆనియున్న ఒక మీటరుబద్ధ మధ్య నొకబరువును వ్రేలగట్టినచో ఆ బద్ధ వంగును. బరువునుతీసివేసినచో బద్ధ యథాస్థితినిపొందును. ఈరీతిగా ఒక వస్తువు పరిమాణములోగాని, ఆకారములోగాని మార్పు కలుగజేయుటకు దానిపై కొంతశక్తిని ఉపయోగించవలెననియు, ఆశక్తిని తొలగించినచో వస్తువు యథాస్థితిని పొందుననియు, తనపై ప్రయోగింపబడిన శక్తిని వస్తువు నిరోధించుననియు తెలియుచున్నది.

ఇట్లు ఒకవస్తువు తన ఆకారమునందుగాని, పరిమాణమునందుగాని మార్పులను నిరోధించుచు, ఆమార్పులను కలిగించుటకు తనపై ప్రయోగింపబడినశక్తి తొలగగానే తాను యథాస్థితిని పొందెడి గుణమునకు స్థితిస్థాపకత (Elasticity) అనిపేరు.

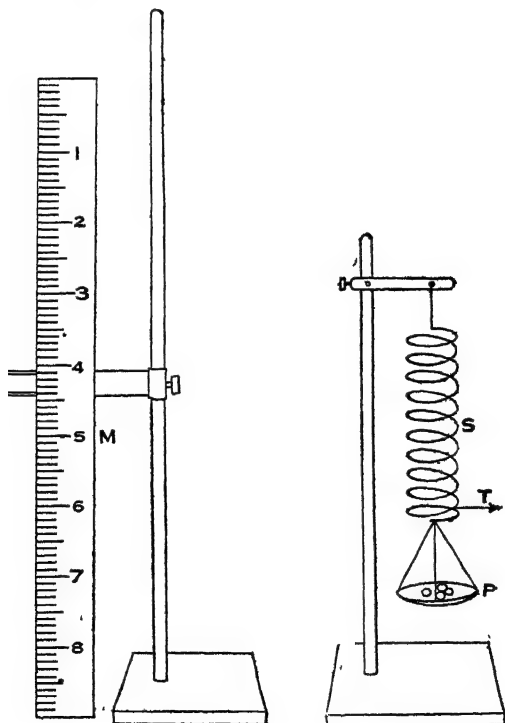
స్థితిస్థాపక పదార్థములు:- రబ్బరుత్రాడు, ఉక్కుస్ప్రింగు, గాలిమొదలైనవాటికి స్థితిస్థాపక ధర్మము కలదు. రేగడిమట్టి, లక్క, మైనము మున్నగువాటికి స్థితిస్థాపకధర్మము లేదని చెప్పవచ్చును. దంతము, గాజు, పాలరాయి (Marble) స్థితిస్థాపకత హెచ్చుగాగల పదార్థములు.

స్థితిస్థాపకహద్దు (Elastic Limit) :- స్థితిస్థాపకత గల వస్తువులపై నుపయోగించినశక్తిని తొలగించినచో ఆ వస్తువులు యథాస్థితిని పొందునని తెలిసికొంటిమి. ఉక్కుస్ప్రింగును రెండుకొనలు పట్టుకొని ఎక్కువశక్తితోలాగినచో అది బాగుగాసాగిపోవును. అప్పుడు లాగుటమానినను అది యథాస్థితిని పొందదు. స్ప్రింగులో శాశ్వతమైనమార్పు ఏర్పడును. కావున దానిపై ఉపయోగించినశక్తి కొంత హద్దును మీరుట వలన దాని ఆకారమునందు, శాశ్వతమగు మార్పు ఏర్పడును. ఇట్టి స్థితియందు ఉక్కు స్ప్రింగుపై ప్రయోగించిన శక్తి స్థితిస్థాపకహద్దును (Elastic limit) మీరినదని చెప్పదురు. అట్లే ఒక రబ్బరుత్రాటిని ఎక్కువ శక్తితోలాగినచో అది తెగిపోవును. అనగా స్థితిస్థాపకహద్దును మీరినశక్తి దానిపై ప్రయోగింపబడినదని తెలియును. స్థితిస్థాపకధర్మముపోకుండా

ఒక వస్తువుపై ప్రయోగింపగల గరిష్ఠ శక్తి పరిమితిని ఆవస్తువుయొక్క 'స్థితిస్థాపకహద్దు' (Elastic limit) అందురు.

హుక్ నూత్రము

ప్రయోగము :— ఒక ఉక్కు-స్ప్రింగుయొక్క ఒక కొనను స్థిరముగ ఒక స్టాండునకు బిగింపవలెను. రెండవకొనకు ఒక



18-వ పటము హుక్ నూత్రమును ఋజువుచేయుట

S - ఉక్కు స్ప్రింగ్ P - త్రాసుపల్లెము M - స్కేలరబద్ధ
T - చూచికముల్లు.

త్రాసుపల్లెమును అమర్చవలెను. ఉక్కుస్పింగునకు పటములో చూపినరీతిని ఒక సూచికను (Pointer) అమర్చవలెను. మరియుక స్టాండునకు నిట్టనిలువుగా ఒక స్కేలుబద్దను బిగించి అమర్చవలెను. స్కేలుబద్ద అంచున గుర్తింపబడిన సెంటి మీటర్ల గుర్తులపై చూచిక స్వేచ్ఛగా కదలునట్లు ఏర్పాటు చేయవలెను. పల్లెములో తూనికకట్టెలు వేసినప్పుడు స్కేలుపై సూచిక చూపుచున్న రీడింగును మొదట గుర్తింప వలెను. పల్లెములో 10 గ్రాముల బరువునువేసి స్కేలుపై సూచికరీడింగును గుర్తింపవలెను. పల్లెములో ఆ 10 గ్రాముల బరువును తీసివేసి రీడింగు చూడవలెను. తొలిరీడింగునే సూచిక చూపును. ఈ విధముగా 20 గ్రా, 30 గ్రా, 40 గ్రా, 50 గ్రా. క్రమముగా 10 గ్రా. చొప్పున హెచ్చించుచు ప్రయోగమునుచేసి బరువును పల్లెమునుండి తీసివేయగానే సూచిక తొలిరీడింగును చూపుటను గమనింపవలెను. దీనివలన పల్లెములో కట్టెలనువేయగానే స్పింగు సాగుటయు, కట్టెలను తీసివేయగానే అది సంకోచించి యథాస్థితిని పొందుటయు జరుగునని తెలుసుకొనవలెను. స్పింగు యొక్క ఇట్టి సాగుదలను ప్రసారము లేక డైర్లీకరణము (Elongation) అందురు.

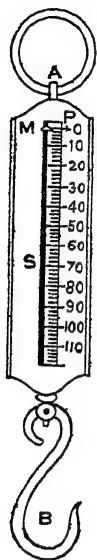
పల్లెములో వేసిన కట్టెల మొత్తము బరువు కొంత హద్దును మీరగానే, ఆ బరువులను తీసివేసినను స్పింగు యథాస్థితిని పొందకుండును. అనగా అది స్థితిస్థాపక ధర్మమును పోగొట్టుకొన్నదని తెలియును. పల్లెములో వేసిన ఏ గతిష్ఠ పరిమితి భారమునకు స్పింగు యథాస్థితిని పొంద

గలిగి యుండునో ఆ భారమును స్ప్రింగుయొక్క స్థితి స్థాపక హద్దులందురు. దానికేమాత్రముమించిన బరువును ప్రయోగించినను స్ప్రింగు యధాస్థితిని పొందలేకుండును. స్థితిస్థాపక హద్దు లోపల ప్రయోగింపబడిన భారములను, స్ప్రింగులో వాటి కనుగుణ్యమైన సాగుదలలను పట్టికలో క్రిందివిధముగా వేయవలెను.

స్థితిస్థాపకత సంఖ్య	పశ్చిములో కటెల మొత్తము భారము	స్కేలుపై సూచిక రీడింగు	పశ్చిములో భారమును తీసినప్పుడు సూచికరీడింగు	స్ప్రింగులో సాగుదల	సాగుదల భారము
1	0 గ్రా.	3.5 సెం.మీ.	3.5 సెం.మీ.	—	—
2	10 గ్రా.	3.6 ,, ,,	3.5 ,, ,,	0.1 సెం.మీ.	$\frac{0.1}{10} = 0.01$
3	20 గ్రా.	3.7 ,, ,,	3.5 ,, ,,	0.2 ,, ,,	$\frac{0.2}{20} = 0.01$
4	30 గ్రా.	3.8 ,, ,,	3.5 ,, ,,	0.3 ,, ,,	$\frac{0.3}{30} = 0.01$
5	40 గ్రా.	3.9 ,, ,,	3.5 ,, ,,	0.4 ,, ,,	$\frac{0.4}{40} = 0.01$
6	50 గ్రా.	4.0 ,, ,,	3.5 ,, ,,	0.5 ,, ,,	$\frac{0.5}{50} = 0.01$

పై పట్టికను పరిశీలించినచో చివర కాలములో సాగుదల స్థిరరాశి యని తెలియును. కనుక నేర్చుకొనవలసిన విషయ మేమనగా స్థితిస్థాపకహద్దులలో స్ప్రింగు సాగుదల లేక ప్రసారము దానిని కలుగజేసిన భారమునకు సమసంబంధ సామ్యములో నుండును. ఈ విషయము మొదట, హుక్ అను విజ్ఞునిచే కనిపెట్టబడుటవలన దానిని హుక్ సూత్రము అందురు.

స్ప్రింగుత్రాసు :—స్ప్రింగుత్రాసుయొక్క భాగములను దిగువ పటములో గమనింపవచ్చును. దీనిలో ముఖ్యమైన



19-వ పటము.

స్ప్రింగ్ త్రాసు.

భాగము ఒక బలమైన ఉక్కుస్ప్రింగు 'S', ఆ ఉక్కుస్ప్రింగు ఒక లోహపుగొట్టము 'M' లో అమర్చబడి మీదనొక కొక్కెము 'A' నుండి వ్రేలాడుచుండును. ఉక్కుస్ప్రింగునకు అడుగున మరియొక కొక్కెము 'B' తూచ వలసిన వస్తువులను తగిలించుటకు ఉండును. ఉక్కుస్ప్రింగునకు ఒకసూచిక 'P' అమర్చబడి యుండును. ఆ సూచిక లోహపుగొట్టముపైని గొట్టము పొడవునను గల చీలికలో క్రిందకు, మీదకు స్వేచ్ఛగా కదలుటకు వీలుగానుండును. ఆ చీలిక అంచువెంబడి గొట్టముపైని గ్రాములలోగాని, పౌనులలోగాని స్కేలు 'O' తో ప్రారంభింపబడి మీదనుండి క్రిందకు గుర్తింపబడియుండును. హుక్ సూత్రము ననుసరించి ఉక్కుస్ప్రింగులో కలిగిన ప్రసారమున కనుగుణమైన బరువులను సూచించునట్లుగా స్థితిస్థాపకహద్దులో స్కేలు నిర్ణీతమైయుండును. క్రిందికొక్కెమునకు ఏ బరువును తగిలిధిచనప్పుడు సూచిక 'O' గుర్తును చూపును. అట్లు చూపనిచో శూన్యాంశ దోషమును గుర్తించవలెను. ఒక్కొక్క స్ప్రింగుత్రాసు ఒక్కొక్క గరిష్ఠభారమితీకే నిర్ణీతమైయుండును. నిర్ణీతమైన బరువునకు మించిన బరువును ఆ స్ప్రింగుత్రాసుతో కనుగొనలేము. తూచవలసిన వస్తువును అడుగుకొక్కెమునకు తగి

లించవలెను. ఆ వస్తువు బరువున కనుగుణముగా స్ప్రింగు సాగుటచే స్కేలుపై సూచిక క్రిందకు కదలును. స్కేలుపై సూచిక చూపు రీడింగు వస్తువుయొక్క బరువును తెలుపును. కొక్కేమునుండి వస్తువును తీసివేయగానే స్ప్రింగు స్థితిస్థాపకత వలన యధాస్థితిని పొంది సూచికమీదకు కదలి స్కేలుపై '0' గుర్తును చూపును.

3. స్థితశాస్త్రము లేక నిశ్చలత్వశాస్త్రము (Statics)

రోడ్డురోలరు దానంతటది కదలి దొర్లిపోదు. దానిని కదలించి దొర్లించుటకు మనుష్యప్రయత్నము కావలెను. త్రోవకడ్డముగా నున్నచో దానిని ప్రక్కకు దొర్లించుటకు మనము కొంతబలముపయోగించి ప్రయత్నించవలెను. ఒక ఆటనస్తువగు మోటారుకారును కీ త్రిప్పి దానిని నున్నని పాల గచ్చుపై విడచినచో అది కీ ఉన్నంతసేపు ఒకే దిశలో గమించుచు పోవును. దాని గమనదిశను మార్చవలెనన్నచో మనము కొంతబలముపయోగించి ప్రయత్నించవలెను. దాని వేగమును మార్చవలెనన్నను మనము కొంతబలముతో ప్రయత్నించవలెను. దానినాపుటకు గూడ బలముతో ప్రయత్నించవలెను. నిలకడస్థితిలోనున్న రోడ్డురోలరువంటి వస్తువును కదలించుటకుగాని, ఒక దిశలో సమానవేగముతో పోవుచున్న మోటారుకారువంటి వస్తువుయొక్క చలనస్థితిని మార్పుటకుగాని అవసరమైన బాహ్యకారణమును బలము (Force) అందురు. కనుక నిశ్చలతయందున్న వస్తువుయొక్క-

నిశ్చలస్థితి (State of rest) నైనను, ఋజుమార్గములో సమావేగముతో చలించుచున్న (Uniform motion in a straight line) వస్తువుయొక్క చలనస్థితి నైనను మార్పుదానినిగాని, మార్పుప్రయతించుదానినిగాని బలము (Force) అని నిర్వచింపవలెను.

బలములు అనేకరకములుగా నుండును. రోడ్డురోలరును మనిషిలాగుటలో నుపయోగపడునది కండరబలము (Muscular Force). గాజుగోళీని నేలపై దొర్లించినో కొంతదూరము దొర్లి ఆగిపోవును. దానికి కారణము గాజుగోళీకి నేల కలిగించిన ఘర్షణబలము లేక నిరోధకబలము (Frictional Force or Force due to resistance). అయస్కాంత బలము (Magnetic force) వలన ఇనుపముక్క అయస్కాంతముచే ఆకర్షింపబడును. పైకి విసరబడిన రాయి భూమిపై బడుటకు. కారణము భూమ్యాకర్షణబలము (Earth's force of attraction). సూర్యునిచుట్టూ భూమితిరుగుటకు కారణము విశ్వాకర్షణబలము (Universal force of attraction). భూమికిని, సూర్యునకును ఆకర్షణబలములు వాని ద్రవ్యరాసులవలన కలుగుచున్నవని మొదట 'న్యూటన్' అను విజ్ఞుడు కనిపెట్టెను. ద్రవ్యమువలన వస్తువులకున్న ఆకర్షణబలమును గురుత్వాకర్షణబలము (Gravitational Force of attraction) అందురు. సృష్టిలో ద్రవ్యమును కలిగియున్న ప్రతివస్తువునకు గురుత్వాకర్షణ బలముండును.

ఫుట్ బాలు ఆటలో పెనాల్టీ యిచ్చినప్పుడు బంతిని నీలకడస్థితిలో నుంచి గోలువైపునకు కాలితో తన్నుదురు. ఇట్లుగా తన్నినచో కొంతవేగముతో ఆ బంతి గోలుచేయు

దిశగా పోవును. గట్టిగా తన్నినచో ఆ దిశగానే ఎక్కువ వేగముతో పోవును. కనుక ఒక వస్తువుపై ప్రయోగింబడిన బలమునకు ప్రయోగస్థానము (Point of Application); పరిమాణము (Magnitude), దిశ (Direction) కల వని తెలుసుకొనవలెను. పొడవు, కాలము, ద్రవ్యమువంటి భౌతిక రాసులకు పరిమాణము తప్ప దిశతో పనిలేదు. కాని బలము నకు పరిమాణమే కాక దిశకూడ గలదు. కనుక బలమును గూర్చి చెప్పినప్పుడు దాని ప్రయోగస్థానము, పరిమాణము, అది పనిచేయు దిశ పేర్కొనవలెను.

బ ల ఘ లి త ము

రోడ్డురోలరును ఒకే మనిషి లాగవచ్చును. లేదా ఇద్దరు కలసి లాగవచ్చును. రథమును అనేకమంది కలసి లాగుటను మనము చూచి యున్నాము. కనుక ఒక వస్తువుపై ఏకకాలములో ఒకే బలము కాని, అనేక బలములు కాని పనిచేయవచ్చును. ఆ బలములు ఒకే స్థానము (బిందువు) వద్ద వేరువేరు దిశలలో ఏకకాలమందు పనిచేయవచ్చును. లేదా వేరువేరు బిందువులవద్ద ఒకే దిశలో పనిచేయవచ్చును. కోలాటములో ఒక స్థానమునుండి వేరువేరు దిశలలోనికి త్రాళ్లు లాగబడి పిల్లల బలములు ఏకకాలమందు పనిచేయబడును. రథమును లాగుటలో వేరువేరు స్థానముల నుండి ఒకే దిశలో మనుష్యుల బలములు ఏకకాలమందు ఉపయోగపడును. టర్గ్ ఆఫ్ వారు పందెపు పోటీలో ఒక దిశలో కొందరు మనుష్యులు, దానికి వ్యతిరేక దిశలో మరి కొందరు మనుష్యులు త్రాటిని పట్టుకొని లాగుటను మనము

చూచియున్నాము. ఇచ్చట బలములు వ్యతిరేకదిశలో పని చేయును. ఏ బలముయొక్క పరిమాణము హెచ్చుగా నుండునో ఆ దిశలో బలఫలితము పనిచేయును. కనుక ఆ పండ్ల పోటీలో ఎక్కువ బలవంతుల వైపునకు త్రాడు లాగ బడి వారు గెలుపొందుదురు. ఒకే కాలములో రెండు బలములు ఒకే మార్గరేఖలో వ్యతిరేకదిశలందు పనిచేయుచున్నప్పుడు బలఫలితము వాటి భేదమునకు సమానమై హెచ్చు పరిమాణము గల బలదిశలో పనిచేయును.

ఒక మీటరు స్కేలుబద్దను దాని మధ్యబిందువువద్ద కొక్కెముతో స్పింగుత్రాసుయొక్క కొక్కెమునకు తగిలించి ఆ స్పింగుత్రాసును స్టాండునకు తగిలించి వ్రేలాడదీసి, మీటరుబద్ద స్థితిజసమాంతరముగా నుండునట్లు వేరువేరు బిందువులనుండి బరువులను వ్రేలాడదీసినచో ఆ బరువులన్నియు క్రిందకు సమాంతరముగా పనిచేయును. అవన్నియు కలిసి ఒక సమాంతరబలముల వ్యూహము (System of parallel forces) అనబడును. స్పింగుత్రాసులో రీడింగును చూచినచో ఆ భారము, క్రిందకు సమాంతరముగా పనిచేయుచున్న బలముల మొత్తమునకు సరిపోవును. ఒకవస్తువు నందు పనిచేయుచున్న సమాంతరబలములన్నియు ఒకేదిశలో పనిచేయు చున్నప్పుడు వాటి బలఫలితము ఆ బలముల మొత్తమునకు సమానమగును.

భూమ్యాకర్షణబలము (Earth's force of attraction):-
తన ద్రవ్యరాశివలన భూమికి కలిగిన గురుత్వాకర్షణబలమునే (Gravitational force of attraction) భూమ్యాకర్షణబలము

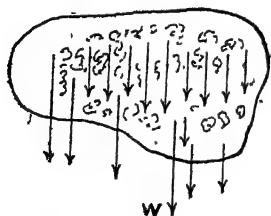
మందురు. భూమినుండి పైకి విసరబడిన వస్తువులు కొంత దూరము మీదకుపోయి క్రిందపడి మరల భూమిని చేరును. భూమ్యాకర్షణబలమువలన ప్రతివస్తువు భూకేంద్రమువై పులాగబడును. ఒక వస్తువుపై భూమికిగల ఆకర్షణబలము ఆ వస్తువుయొక్క ద్రవ్యరాశిని బట్టియు, భూకేంద్రమునుండి ఆ వస్తువునకుగల దూరమునుబట్టియు ఉండును. ఎక్కువ ద్రవ్యరాశిగల వస్తువులపై ఎక్కువ ఆకర్షణబలమును, తక్కువ ద్రవ్యరాశిగల వస్తువులపై తక్కువ ఆకర్షణబలమును భూమికుండును. భూకేంద్రమునుండి వస్తుదూరము హెచ్చినకొలది దానిపై భూమ్యాకర్షణబలము తగ్గుచుండును. వస్తుదూరము తగ్గినకొలది భూమ్యాకర్షణబలము హెచ్చుచుండును. ఒక వస్తువుపై భూమికిగల ఆకర్షణబలమును ఆ వస్తువుయొక్క భారము (Weight) అనబడును. కనుక ఎక్కువ ద్రవ్యరాశిగల వస్తువుయొక్క భారము తక్కువ ద్రవ్యరాశిగల వస్తువుయొక్క భారముకంటె హెచ్చుగా నుండును.

భూమి పూర్ణగోళాకారములోలేదు. ధ్రువమధ్యరేఖ దిశగా నొక్కబడియును, భూమధ్యరేఖదిశలో ఉబ్బియును ఉన్నది. కనుక భూకేంద్రమునకు ధ్రువరేఖా ప్రాంతములు భూమధ్యరేఖాప్రాంతములకంటె దగ్గరగానుండును. అందుచే ఒకవస్తువు ధ్రువరేఖాప్రాంతమందు భూమధ్యరేఖా ప్రాంతమందుకంటె హెచ్చుభారమునుకలిగియుండును. భూకేంద్రమునుండి వస్తుదూరము మారినచో ఆవస్తువుయొక్క భారము మారునేగాని అందలి ద్రవ్యరాశి మారకుండ స్థిరముగానే యుండును. భూమిపైనుండి ఆకాశములో ఎత్తునకు పోవుచున్నకొలది భూకేంద్రమునుండి వస్తుదూరము హెచ్చు

చుండుటవలన భూమ్యాకర్షణబలము తగ్గుచుండును. కావున, భూతలముపై ఒకవస్తుభారముకంటె ఎత్తుగా ఆకాశములో నున్నప్పుడు ఆవస్తుభారముతగ్గి అది తేలికగునుకాని ద్రవ్యరాశి మారదు. ఒక వస్తువుయొక్క భారమును స్ప్రింగు త్రాసుతో కనుగొనవచ్చును. స్ప్రింగుత్రాసుతో ఒకవస్తువును లండన్ లోను, వాల్తేరులోను తూచినచో లండన్ లో దాని భారము వాల్తేరులోదాని భారముకంటె హెచ్చుగానుండును. కారణమేమనగా లండన్ లో భూమ్యాకర్షణ బలము, వాల్తేరులోకంటె హెచ్చు.

4. గరిమనాభి లేక గురుత్వాకర్షణ కేంద్రము (Centre of Gravity)

ఏ వస్తువైనను అనేక అణువుల యొక్క కలయికవలన ఏర్పడి యుండునని తెలిసికొని యున్నారు. వస్తువునందలి



20-వ పటము

వస్తువులయందలి గరిమనాభి

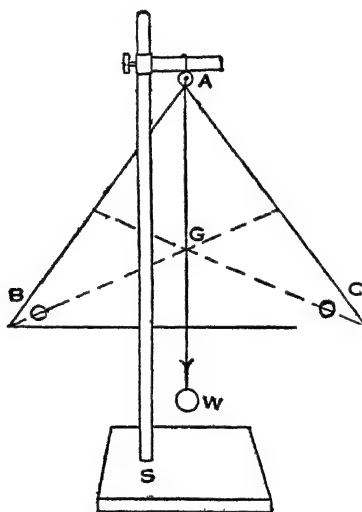
ప్రతి అణువు భూమ్యాకర్షణ శక్తివలన కొంత భారమును కలిగి యుండును. ఈ భారములన్నియును లంబ మార్గములో క్రిందకు పనిచేయును. కనుక ఇవియొక ఏకరీతి సమానాంతర బలముల వ్యూహమగును. ఈ సమానాంతర బలముల యొక్క బలఫలితము (Resultant force)

వాటి మొత్తమునకు సమానమై వస్తువులో ఒక బిందువు వద్ద పనిచేయును. కనుక ఒక వస్తువులో వివిధాణువులయొక్క భూమ్యాకర్షణ బలముల ఫలితము ఆ వస్తువు యొక్క మొత్తము భారమునకు సమానమై ఏ స్థిరబిందువువద్ద పనిచేయునో ఆ బిందువు ఆ వస్తువుయొక్క గరిమనాభి అనబడును. వస్తువు యొక్క భారమంతయు దాని గరిమనాభివద్ద కేంద్రీకరింపబడినట్లు ఊహింపవచ్చును. ద్రవ్యరాశిలో మార్పులేనంత వరకు వస్తువులో గరిమనాభిస్థానము స్థిరముగానే యుండును. ఒక వస్తువునుండి కొంత ద్రవ్యరాశిని తీసివేసినను, లేదా దానికి మరికొంత ద్రవ్యరాశిని చేర్చినను ఆ వస్తువులో గరిమనాభి స్థానము మారును. ఒక స్కేలు బద్ద యొక్క మధ్య బిందువు వద్ద ఒకముల్లుపై స్కేలుబద్దను నిలబెట్టి అది పడిపోకుండా త్రిప్పవచ్చును. ఈ టెవాడు గడస్తంభము చివర కొనపై తన బొడ్డును ఆనుకొని పడిపోకుండా గిరగిర తిరుగుటను చూచి యుందురు. బొడ్డువద్దనే గరిమనాభి స్థానముండును. కనుక గరిమనాభి స్థానముపై ఒక వస్తువును నిలకడ స్థితిలో నుంచవచ్చును.

ఒక అట్టముక్తయొక్క గరిమనాభిస్థానమును కనుగొనుట

ఒక వస్తువును స్వేచ్ఛగా వ్రేలాడదీసినప్పుడు వ్రేలాడదీసిన బిందువునుండి ఆ వస్తువుయొక్క భారము పనిచేయుచున్న మార్గములో గీయబడిన సరళరేఖలో దాని గరిమనాభి స్థానముండును. ఈ నియమము నుపయోగించి సమానమందముగల అట్ట, రేకు మొదలైన వస్తువులయొక్క గరిమనాభి స్థానములను కనుగొనవచ్చును.

ప్రయోగము:—ప్రక్క-పటములో చూపబడినట్టి త్రిభుజాకారపు అట్టముక్కను $A B C$ (సమాన మందముగలది) తీసుకొనవలెను. దానికి మూడుకొనలయందు A, B, C అను రంధ్రములను పొడువవలెను. ఒక స్టాండులో అమర్చబడిన బెండుముక్కకు ఒక గుండుసూదిని గుచ్చి దానికొనకు అట్టను 'A' అను రంధ్రముగుండా స్వేచ్ఛగా వ్రేలాడదీయవలెను.



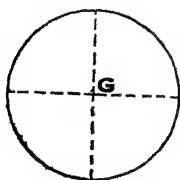
21-వ పటము. అట్టముక్క గరిమనాభి స్థానము కన్గొనుట.

S-స్టాండు; ABC-అట్టముక్క; G- గరిమనాభిస్థానము; W-వడంబము.

ఈ సూదినుండి ఒక వడంబమును, దారముతో అట్టమీదుగా వ్రేలాడదీయవలెను. దారము A పై నున్నప్పుడు వడంబము వ్రేలాడుచున్న మార్గమును సూచించునట్లు ఒక సరళరేఖను అట్టమీద గీయవలెను. అదేవిధముగా అట్టను 'B' అను,

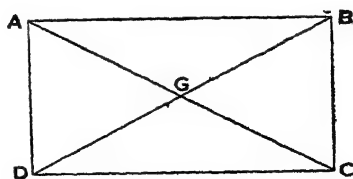
రంధ్రమువద్ద వ్రేలాడదీసి వడంబము వ్రేలాడుచున్న దారము యొక్క మార్గమును అట్టపై సరళరేఖను గీసి గుర్తించవలెను. ఆ రెండురేఖలు ఖండించుకొను బిందువు 'G' అట్టయొక్క గరిమనాభిస్థానమగును. పైవిధముగానే 'C' అను రంధ్రము నుండి అట్టను వ్రేలాడదీసి వడంబము పనిచేయు మార్గమును గుర్తించినచో ఆ సరళరేఖకూడ 'G' అను బిందువుగుండా అనగా అట్టయొక్క గరిమనాభిస్థానముగుండా పోవును. ఈ అట్టముక్కను దాని గరిమనాభిస్థానమగు 'G' అను బిందువుపై ఒక సూదిమొనమీద నిలబెట్టినచో అది పడిపోకుండా నిలకడగా నిలుచును.

సమానమందముగల ఎట్టి సమతలాకారపు వస్తువు యొక్క గరిమనాభినై నను పైని వివరించిన విధముగా ప్రయోగము చేసి కనుగొనవచ్చును. పై ప్రయోగములో ఉపయోగించిన అట్టనుండి ఒకముక్కను కత్తిరించి తీసివేసినప్పుడు మిగిలిన అట్టలో గరిమనాభిస్థానము ఎట్లుమారునో పైప్రయోగమును చేసి తెలుసుకొనవచ్చును. సమానమందముగల వృత్తాకారపు అట్టయొక్క గరిమనాభి దాని కేంద్రమువద్ద



22-వ పటము.

వృత్తాకారపు అట్టముక్క
G-గరిమనాభి.



23-వ పటము.

ఊర్ధ్వ చతురస్రాకారపు అట్టముక్క
G-గరిమనాభి.

నుండును. దీర్ఘచతురస్రాకారపు అట్టయొక్క గరిమనాభి దాని కర్ణములు ఖండించుకొను బిందువువద్ద నుండును.

ఉంగరాకారపు అట్టముక్కయొక్క గరిమనాభి దాని కేంద్రమువద్ద నుండును. కనక ఉంగరమువంటి వస్తువులో దాని గరిమనాభి, ద్రవ్యరాశియందుండక బయట ఉండును.

5. ద్రవస్థితశాస్త్రము (Hydro statics)

ద్రవపీడనము (Liquid Pressure)

పీడనము (Pressure) :—ఒక బియ్యపుబస్తాను తలపై మోసినప్పుడు దానిబరువు తలను నిట్టనిలువుగా క్రిందకు నొక్కును. అదేవిధముగా మనపైనున్న గాలి తన బరువుచే మనలను క్రిందకు నొక్కుచుండును. నీటిలోనున్న వస్తువుపై ఘన సీటిభారము ఆ వస్తువును నొక్కుచుండును. ఘన, ద్రవ, వాయుస్థితియందున్న ఏ వస్తువైనను ఒక ప్రమాణవైశాల్యము గల తలముపై లంబదిశలో కలిగియున్న బలమును, ఆ తలముపై ఆ వస్తువుయొక్క పీడనము (Pressure) అందురు.

తలపైనున్న బియ్యపుబస్తా తలను క్రిందకే నొక్కును గాని మీదకు లాగదు. ఫుట్ బాలు బ్లేడరులోనికి గాలిని కొట్టినచో ఆ బ్లేడరు అన్నివైపుల పొంగును. ఆ బ్లేడరునే నీటిలో నింపినను అది అన్నివైపుల పొంగును. బ్లేడరులోగల ద్రవపదార్థముగాని, వాయుపదార్థముగాని ఆ బ్లేడరుయొక్క సోడల్లు అన్నివైపుల నొక్కుచుండుటచే ఆ బ్లేడరు పొంగును. ద్రవ, వాయుపదార్థములు అన్నివైపులకును పీడనమును

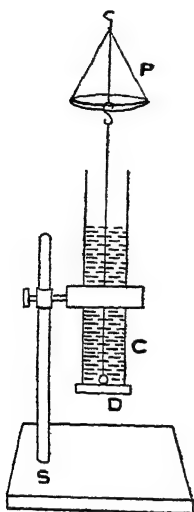
కలిగించును. ఘనపదార్థముమాత్రము ఒక్క క్రిందివైపునకే పీడనమును కలిగియుండును. ద్రవస్థితియందున్న ద్రవ్యమునకుండెడి పీడనమునకు ద్రవపీడనమనిపేరు. మీదకు కలిగియున్న ద్రవపీడనమునకు ఊర్ధ్వపీడనమనియు, క్రిందకు కలిగియున్న ద్రవపీడనమునకు అధఃపీడనమనియు, ప్రక్కలకు కలిగియున్న ద్రవపీడనమునకు పార్శ్వపీడనమనియు అందురు.

అధఃపీడనము (Downward Pressure)

అరచేతిలో ఒక గాజుబీకరును ఉంచుకొనుము. తరువాత దానిలో కొంత నీరు లేదా ఏదైనా ఒక ద్రవమును పోయుము. బరువు హెచ్చినట్లుండును. పాత్రలో ఒక ద్రవమునందలి ప్రతి అణువు భూమ్యాకర్షణ బలమునకు తోబడుటవలన బరువును పొంది అడుగుననున్న అణువులను నొక్కును. కనుక నిశ్చలస్థితి యందున్న ద్రవములో ఒక బిందువు వద్ద అధఃపీడనము ఆ బిందువు చుట్టును గల ప్రమాణ వైశాల్యమును ముఖతల వైశాల్యముగను; ఆ బిందువునుండి, ద్రవోపరితలమునకుగల దూరమును లంబపు ఆత్తుగను కలిగియున్న ద్రవభారమునకు సమానము.

ద్రవములో ఒక బిందువువద్ద అధఃపీడనము ఆబిందువు నుండి ద్రవతలమునకు గల ఎత్తు లేక లోతునకు సమ సంబంధ సామ్యములో నుండును. ఈ విషయమును ఋజువు చేయుటకు ప్రయోగము :— రెండువైపుల తెరచి యున్న స్థూపాకారపు గాజుగొట్టము నొకదానిని పటములో

చూపిన రీతిని నిట్టనిలువుగా స్టాండునకు అమర్చవలెను. ఆ



24-వ పటము

ద్రవములో ఒక చిందువు వద్ద ఆధోపీడనము ఆచిందువు నుండి ద్రవతలమునకు గల ఎత్తు శోక లోతునకు సమ సంబంధ సామ్యము లో నుండునని ఋజువుచేయుట.

S = స్టాండు,

D = లోహపు బిళ్ళ,

C = గాజుగొట్టము,

P = త్రాసు ఎడమపళ్ళెము.

ములో నీరు పోయవలెను. నీటి స్తంభపు ఎత్తును కాగితపు స్కేలునుండి గుర్తించవలెను. కుడిపళ్ళెములో తూనిక

గొట్టముపైని ఒక కాగితపు స్కేలును, అడుగు అంచువద్ద '0' తో ప్రారంభ మగునట్లు అంటించవలెను. గొట్టము యొక్క ముఖవైశాల్యము కంటే కొద్దిగా హెచ్చు వైశాల్యముగలిగి మధ్యనొక కొక్కెము గల గుండ్రని లోహపుబిళ్ళను తీసుకొని గొట్టమున కడుగు భాగమునందు ఆ లోహపు బిళ్ళను అమర్చి, దాని కొక్కెమునకు కట్టబడిన దారముతో త్రాసుయొక్క ఎడమ పళ్ళెపు కొక్కెమునుండి వ్రేలాడదీసి త్రాసుయొక్క కుడిపళ్ళెములో లోహపు బిళ్ళతో సరి తూగు. తూనిక భారములను వేయవలెను.

ద్రవమును చొరనీయకుండా గొట్టము యొక్క అడుగుభాగమునకు లోహపు బిళ్ళ అంటిపెట్టుకొనునట్లుగా గొట్టమును సర్ది అమర్చవలెను. కుడిపళ్ళెములో మరికొన్ని తూనిక భారములను వేసి గాజుగొట్టమున కడుగున అంటియున్న లోహపుబిళ్ళ కొద్దిగా సందిచ్చునట్లు పిప్పెట్టుతో గాజుగొట్ట

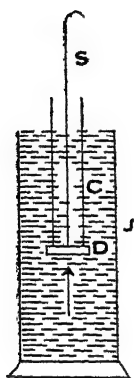
భారములను హెచ్చించుచు వై ప్రయోగమును 4 సారులుచేసి ఫలితములను క్రింది పట్టికలో వేయవలెను.

ప్రయోగము వరుససంఖ్య S. No.	కుడిపక్కములో వేసినతూనిక భార ముల మొత్తం W.	ద్రవ స్తంభపు ఎత్తు h	తూనిక భారముల మొత్తము
			ద్రవస్తంభపుఎత్తు w/h
1			
2			
3			
4			

పట్టికలో ఫలితములను పరిశీలించినచో భారము హెచ్చుచున్న కొలది ద్రవ స్తంభపు ఎత్తుకూడ అదేరీతిని హెచ్చుచుండునని తెలియును. మరియు w/h స్థిరరాశి యగుటచే ద్రవమునందు ఒకబిందువువద్ద అధఃపీడనము ద్రవతలమునుండి ఆ బిందువు లోతునకు సమసంబంధ సామ్యములో నుండునని గ్రహించవలెను.

నిశ్చలస్థితియందున్న ద్రవములో నొక బిందువువద్ద ఊర్ధ్వ, అధఃపీడనములు ఒకదానికొకటి సమానముగ నుండునని బుజువుచేయుటకు ప్రయోగము:—రెండువైపుల తెరచియున్న స్థూపాకారపు గాజుగొట్టము నొకదానిని తీసుకొని, దాని ముఖవైశాల్యముకంటె కొద్దిగా హెచ్చు వైశాల్యముగలిగి మధ్యనొక కొక్కి-ముగల గుండ్రని లోహపు బిళ్ళను గొట్టముయొక్క అడుగుభాగమున కంటిపెట్టుకున్నట్లు

అమర్చి, కొక్కెమునకు కట్టబడిన దారమును మీదకులాగి పట్టుకొని, ఆగొట్టమును ఒక పెద్ద గాజుజారులో నీటియందు దించి దారమును విడిచిపెట్టవలెను. దారమును విడచినను



25-వ పటము

నిశ్చలస్థితి యందున్న ద్రవములోని ఒక భిండువుపద్ద ఊర్ధ్వ అధః పీడనములు ఒక దానికొకటి సమానముగ నుండునని ఋజువు చేయుట

J :- గాజుజాడి

C - స్తూపాకారపు

గాజుగొట్టము

D - లోహపు బిళ్ళ

S - దారము

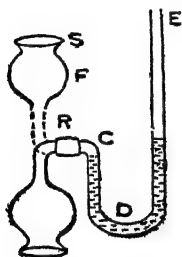
లోహపుబిళ్ళపడిపోకుండ గొట్టముయొక్క అడుగుభాగమునకంటిపెట్టుకొనియుండును. తరువాత గొట్టములో రంగునీరుపోయించు జారులో నీటిమట్టమును, గొట్టములో రంగునీటిమట్టమును గమనించు చుండ వలెను. గొట్టములో రంగునీటిమట్టము, జారులో నీటిమట్టముతో సమానమైనప్పుడు లోహపుబిళ్ళ గొట్టమును వదలిపడిపోవును.

ఈ ప్రయోగమును బట్టి నేర్చుకొన వలసిన విషయము లేమనగా (1) గాజు గొట్టములో నీరులేనప్పుడు లోహపుబిళ్ళ జారిపడదు. గొట్టమున కంటిపెట్టుకొని యుండును. దానికి కారణ మేమనగా ద్రవము లోహపుబిళ్ళపై ఊర్ధ్వ పీడనమును కలిగించి అది పడకుండ మీదకు త్రోయు చుండును.

(2) గాజుగొట్టములోని రంగునీటి మట్టము జారులోని నీటిమట్టముతో సమానమైనప్పుడు లోహపుబిళ్ళ పడి పోవును. దానికి కారణమేమనగా గొట్టములోనినీరు లోహపు బిళ్ళపై కలిగించిన అధఃపీడనమునకు, జారులోని నీరు లోహపు

బిళ్ళపై కలిగించిన ఊర్ధ్వపీడనమునకు సమానమగును. కనుక నిశ్చల స్థితిలోనున్న ద్రవములో ఒక బిందువు వద్ద ఊర్ధ్వ, అధఃపీడనములు సమానముగా నుండునని ఋజువుచున్నది.

నిశ్చలస్థితియందున్న ద్రవములో ఒక బిందువువద్ద పీడనము అన్నివైపుల సమానముగా నుండునని ఋజువు చేయుటకు ప్రయోగము:— ఒక చిన్న కాడగల థిసిల్ గరాటును తీసుకొని, గాలిచొరుటకు వీలులేనంత బిగువుగా దాని



20-వ పటము

నిశ్చలస్థితి యందున్న ద్రవములో ఒక బిందువు వద్ద పీడనము అన్నివైపుల సమానముగా నుండునని ఋజువుచేయుట

F - థిసిల్ గరాటు
CDE - U గొట్టము
R - రబ్బరు గొట్టము
S - రబ్బరు పొర.

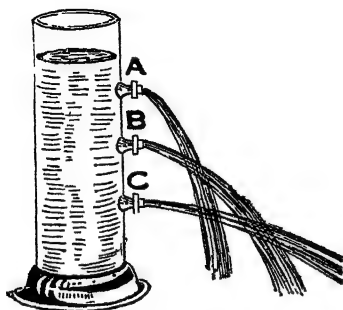
మూతికొక పలుచని రబ్బరుపొరను కట్టవలెను. పటములో చూపినరీతిని ఆ థిసిల్ గరాటుకాడను రబ్బరుగొట్టము ద్వారా CDE అను U-ఆకారముగల గొట్టముతో కలిపి అమర్చవలెను. థిసిల్ గరాటు మూతికి కట్టిన రబ్బరుపై కలిగిన పీడనమును కొలుచుటకు U-గొట్టములో రంగునీరు కొంతవరకు పోయవలెను.

వెడల్పు మూతిగల పొడవైన ఒక పెద్ద గాజుజారు లోనికి ఒక గాజు కాడను దింపి స్థాండునకు క్లేంపుచేయవలెను. నీటిలో మునిగియున్న గాజు కాడయొక్క కొన బిందువువద్ద ద్రవ పీడనము అన్నివైపులను సమానముగా నుండునని ఋజువుకావలెను. U-గొట్టముయొక్క E అనుకొన

నీటిపై కుండునట్లుగా ధిసిల్ గరాటను, U - గొట్టమును గాజు జారులో నీటియందు మునుగునట్లు దింపవలెను. ధిసిల్ గరాట మూతికి బిగింపబడియున్న రబ్బరుపై జారులో నీరు పీడనమును కలిగించుటచే U-గొట్టముయొక్క పొడవుగొట్టమందు రంగునీటి మట్టము హెచ్చును. U-గొట్టములో రంగు నీటిమట్టముల తేడాను కొలిచి కనుగొనవలెను. ధిసిల్ గరాటయొక్క మూతిని నీటిలో గాజుకాడ చివరబిందువు మట్టములో అధోముఖముగా పట్టుకొని, U-గొట్టమందలి రంగునీటిమట్టముల తేడాను గుర్తించవలెను. ఆ తేడా గరాటమూతికి కట్టిన రబ్బరుపొరపై జారులో నీరు కలిగించిన ఊర్ధ్వపీడనమును తెలుపును. నీటిలో గాజుకాడకొన బిందువుతో సమమట్టములుగా నుండునట్లు గరాట మూతిని ఊర్ధ్వ, పార్శ్వదిశలకు త్రిప్పి, U-గొట్టములో రంగునీటిమట్టముల తేడాను గమనింపవలెను. గరాటమూతి గాజుకాడకొన బిందువుతో సమమట్టముగా నున్నంతవరకు నీటిలో దానిని ఏదిశగా త్రిప్పినను U-గొట్టములో రంగునీటి మట్టముల తేడా ఒక్కరీతిగానే యుండును. కనుక నిశ్చలస్థితియందున్న జారులో నీటియందు గాజుకాడ చివరబిందువువద్ద నీటి పీడనము అన్నివైపులకు సమానముగా నుండునని విశదమగును.

నిశ్చలస్థితియందున్న ద్రవములో ద్రవపీడనము ఒకే లోతుననున్న బిందువువద్ద అన్నివైపులకు సమానముగా నున్నప్పటికి, లోతు హెచ్చినకొలది పీడనముకూడ హెచ్చును. లోతు తగ్గినకొలది పీడనముకూడ తగ్గును.

లోతు హెచ్చినకొలది, ద్రవములో పార్శ్వపీడనము కూడ హెచ్చునని చూపుటకు ప్రయోగము :—వేరువేరు



27-వ పటము

ద్రవములకు లోతు హెచ్చినకొలది పీడనము హెచ్చునని చూపుట.

A, B, C = సమానమైన రంధ్రములు.

కంటే తక్కువదూరములో 'B' నుండి వచ్చు ధారయును, అంతకంటే తక్కువదూరములో 'A' నుండి వచ్చు ధారయును పడును. కనుక లోతుహెచ్చినకొలది ద్రవముల పార్శ్వపీడనము హెచ్చునని విశదమగును.

లోతులలో A, B, C అను మూడు సమానరంధ్రములు గల పటములో చూపినట్టి పాత్రను తీసుకొని ఆ రంధ్రములను బిరడాలతో మూసి బిగించి పాత్రనిండా నీరుపోసి, మూడు రంధ్రములను ఏక కాలమున తెరువవలెను.

ఏక్కువ లోతులోనున్న 'C' రంధ్రమునుండి వచ్చు నీటిధార పాత్రనుండి ఎక్కువ దూరములో పడును. అంత

6. సాంద్రత - విశిష్టగురుత్వము

(సాపేక్ష సాంద్రత)

(Density - Specific gravity (Relative Density))

అనేక అణువులకలయిక వలన ద్రవ్యమేర్పడినదని నేర్చుకొనియున్నారు. ప్రమాణఘనపరిమాణపు ద్రవ్యములో అణువుల దట్టింపువిషయమును తెలుపునది సాంద్రత. దూది కంటే ఇనుము బరువనుటలో అభిప్రాయము రెండింటియొక్క ఘనపరిమాణములు సమాన ప్రమాణములను కలిగియున్నప్పడే దూదికంటే ఇనుము బరువుగానుండును. సమాన ఘనపరిమాణములు గల వేరు వేరు పదార్థముల బరువులు వేరు వేరుగా నుండును. కనుక ఒక పదార్థము మరియొక పదార్థము కంటే బరువో, తేలికో నిర్ణయించుటకు సమాన ఘనపరిమాణములు గల ఆ పదార్థముల ద్రవ్యరాసులను సరిపోల్చవలెను. ప్రమాణ ఘనపరిమాణముగల పదార్థమందలి ద్రవ్యరాశి (Mass per unit volume) ఆ పదార్థము యొక్క సాంద్రత (Density) అనబడును. కనుక,

$$\frac{\text{ఒక పదార్థపు ద్రవ్యరాశి}}{\text{ఆ పదార్థపు ఘనపరిమాణము}} = \text{పదార్థపు సాంద్రత.}$$

మెట్రిక్ పద్ధతిలో ఒకపదార్థపు సాంద్రతను ఘనసెంటిమీటరు నకు గ్రాములుగా తెలుపవలెను. నీటిసాంద్రత ఘనసెంటిమీటరు నకు ఒక గ్రాము. బ్రిటిష్ పద్ధతిలో ఒక పదార్థపు సాంద్రతను ఘనపుటడుగునకు పౌనులుగా తెలుపవలెను. బ్రిటిష్ పద్ధతిలో నీటిసాంద్రత ఘనపుటడుగునకు 62.4 or

62.5 పౌనులు. కనుక పదార్థముల సాంద్రతలను తెలుపునపుడు, ఘనపరిమాణము, ద్రవ్యరాసులయొక్క ప్రమాణములను ఒకే పద్ధతిలో సూచించుట అవసరము.

1 పౌను = 453.6 గ్రాములు.

1 ఘ. అడుగు సిటిబరువు = 62.4 or 62.5 పౌనులు.

ఒక పదార్థముయొక్క సాంద్రతను కనుగొనుటకు ఆ పదార్థముయొక్క ద్రవ్యరాశిని (భారమును) త్రాసుతో తూచి కనుగొనవలెను. దాని ఘనపరిమాణమును కొలజాడీ నుపయోగించి స్థానభ్రంశపు విధానమున కనుగొనవలెను. ద్రవ్యరాశి 'M' గ్రాములు, ఘనపరిమాణము 'V' ఘన సెంటిమీటర్లు అయినచో

$$\text{ఆ పదార్థపు సాంద్రత } D = \frac{M}{V}$$

$$\therefore M = V \times D$$

$$\text{or } V = \frac{M}{D}$$

పదార్థముల సాంద్రతలను కనుగొనుట

క్రమాకారపు పదార్థముల సాంద్రతను కనుగొనుటకు ఆ పదార్థపు ఘనపరిమాణమును సూత్రము నుపయోగించి కొలత ప్రమాణములతో లెక్కకట్టి కనుగొనవలెను. ఆ పదార్థపు ద్రవ్యరాశిని సున్నితపు త్రాసుతో తూచి కనుగొనవలెను. ఆ పదార్థపు ద్రవ్యరాశిని దాని ఘనపరిమాణముచే భాగించినచో ఆ పదార్థపు సాంద్రత వచ్చును.

అక్రమాకారపు పదార్థముయొక్క సాంద్రతను కనుగొనుటకు దాని బరువును సున్నితపు త్రాసుతో తూచి కనుగొనవలెను. తరువాత దానిఘనపరిమాణమును కొలజాడీ

నుపయోగించి స్థానభ్రంశపు విధానమున కనుగొనవలెను. పదార్థపు ద్రవ్యరాశిని దాని ఘనపరిమాణముచే భాగించి నచో ఆ పదార్థపు సాంద్రత వచ్చును.

నీటికంటె తేలికైన బెండువంటి పదార్థముయొక్క సాంద్రతను కనుగొనుటకు దాని బరువును త్రాసుతో తూచి కనుగొనవలెను. తరువాత సింకరు నుపయోగించి కొలజాడీతో స్థాన భ్రంశపు విధానమున బెండుముక్కయొక్క ఘనపరిమాణమును కనుగొనవలెను.

$$\frac{\text{బెండుద్రవ్యరాశి (భారము)}}{\text{బెండు ఘనపరిమాణము}} = \text{బెండుసాంద్రత (ఘ. సెం. మీ నకు... గ్రా.)}$$

మైలుతుత్తపు స్ఫటికము, పటికముక్త, పటికీ పంచదారముక్త మొదలైనవి నీటిలో కరగిపోవును. కనుక వాటి సాంద్రతలను కనుగొనుటకు నీటికిబదులు కొలజాడీలో ఆ పదార్థములు కరుగని, కిరసనాయిలువంటి ద్రవముల నుపయోగించి వాటి ఘనపరిమాణములను కనుగొనవలెను. తరువాత వాటిని త్రాసుతో తూచి వాటి భారములను కనుగొనవలెను.

$$\frac{\text{పదార్థము బరువు}}{\text{పదార్థపు ఘనపరిమాణము}} = \text{పదార్థపు సాంద్రత}$$

ఒక ద్రవముయొక్క సాంద్రతను కనుగొనుటకు పరిశుభ్రమైన ఒక బీకరును మొదట తూచవలెను. ఆ బీకరులో నియమిత ఘనపరిమాణముగల ద్రవమును పిప్పెట్టుతో గాని, బ్యూరెట్టుతోగాని తీసుకొని తూచవలెను. క్రింది నీథముగా ద్రవముయొక్క సాంద్రతను కట్టవలెను.

$$\begin{aligned}
 \text{మొదట ఖాళీ బీకరు బరువు} &= a \text{ గ్రా.} \\
 \text{బీకరు + ద్రవము బరువు} &= b \text{ గ్రా.} \\
 \text{ద్రవము బరువు} &= (b-a) \text{ గ్రా.} \\
 \text{ద్రవము ఘనపరిమాణము} &= l \text{ ఘ. సెం. మీ.}
 \end{aligned}$$

$$\therefore \text{ద్రవము సాంద్రత} = \frac{(b-a) \text{ గ్రా}}{l \text{ ఘ. సెం. మీ.}} = (\text{ఘ. సెం. మీ. నకు...})$$

(గ్రాములు)

సాంద్రత బుడ్డి (Density Bottle)

ద్రవపదార్థముల సాంద్రతను కనుగొనుటకు సాంద్రత బుడ్డి (Density Bottle) ఉపయోగపడును. సాంద్రతబుడ్డి



25-వ పటము

సాంద్రత బుడ్డి
(Density Bottle)

అనునది ఒక సన్నని ఏకరీతి రంధ్రముగల గాజుబిరడా మూతికి బిగింపబడియున్న గాజు బుడ్డి. బిరడాయందలి రంధ్రముతోసహా ఆ గాజుబుడ్డిని పూర్తిగా ఒక ద్రవముతో నింపినప్పుడు ఏ ఉష్ణోగ్రతవద్ద ఎంత ఘన పరిమాణముగల ద్రవము దానియందు పట్టునో ఆ బుడ్డిపై ఘన సెంటిమీటర్లలో గుర్తింపబడి యుండును. సాధారణముగా

50 c.c., 25 c.c. లోపలి ఘనపరిమాణముగల సాంద్రత బుడ్డు ఉండును.

సాంద్రతబుడ్డి నుపయోగించి ఒక ద్రవపదార్థముయొక్క సాంద్రతను కనుగొనుట

తడిలేకుండ పరిశుభ్రము చేయబడిన ఒక సాంద్రత బుడ్డిని తూచవలెను. గాలిబుడగలు లేకుండ ద్రవముతో

బుడ్డినినింపి, బిరడాపెట్టి, దాని రంధ్రముగుండా పైకిపొర్లి బుడ్డిపై బడిన ద్రవమును శుభ్రముగ తుడిచివేసి మరల బుడ్డిని తూచవలెను. క్రింది విధముగా ద్రవము సాంద్రతను కనుగొనవలెను.

ఖాళీసాంద్రత బుడ్డియొక్క బరువు $= W_1$ గ్రా.

ద్రవముతోసహా సాంద్రతబుడ్డిబరువు $= W_2$ గ్రా.

బుడ్డినినింపిన ద్రవము బరువు $= (W_2 - W_1)$ గ్రా.

సాంద్రతబుడ్డియొక్క లోపలి ఘనపరిమాణము $= V$ ఘ. సెం. మీ.

ద్రవముసాంద్రత ఘ. సెం. మీ. నకు $= \frac{(W_2 - W_1)}{V}$ గ్రాములు.

7. సాపేక్ష సాంద్రత లేక విశిష్టగురుత్వము.

(Relative Density or Specific gravity)

ఒక పదార్థముయొక్క సాంద్రతను మరియొక పదార్థము యొక్క సాంద్రతతో సరిపోల్చి చెప్పవచ్చును. ఒక పదార్థము యొక్క సాంద్రత మరియొక పదార్థముయొక్క సాంద్రతకు ఎన్ని రెట్లున్నదో తెలియజేయు సంఖ్యను సాపేక్ష సాంద్రత లేక తారతమ్య సాంద్రత (Relative Density) అందురు. బంగారముయొక్క సాంద్రత 1 ఘ. సెం. మీ. నకు 19.3 గ్రా. దానిని మరియే పదార్థముయొక్క సాంద్రతతో వైనను సరిపోల్చి ఎన్ని రెట్లున్నదో చెప్పినచో ఆ సంఖ్య సరిపోల్చబడిన పదార్థము ననుసరించి బంగారముయొక్క సాపేక్షసాంద్రత అనబడును. సర్వసాధారణముగా ఒక పదార్థము యొక్క సాంద్రతను సరిపోల్చుటకు 4° సెంటీగ్రేడు ఉష్ణోగ్రత వద్ద స్వచ్ఛమైన నీటియొక్క సాంద్రతను ప్రమాణముగా తీసుకొందురు. 4°C. వద్ద స్వచ్ఛమైన నీటి సాంద్రత గరిష్ఠమై C. G. S. పద్ధతిని 1 ఘ. సెం. మీ. నకు 1 గ్రాము అగును. కనుక ఒక పదార్థముయొక్క సాంద్రత, 4°C. వద్ద స్వచ్ఛమైన నీటిసాంద్రతకు ఎన్ని రెట్లుండునో ఆ సంఖ్య ఆ పదార్థము యొక్క సాపేక్ష సాంద్రత లేక తారతమ్య సాంద్రత అనబడును. 4°C వద్ద స్వచ్ఛమైన నీటి సాంద్రతనే ఎల్లప్పుడు ప్రమాణముగా తీసుకొని, దానితో మరియొక పదార్థముయొక్క సాంద్రతను సాపేక్షముగా తెలియజేయుటలో విశిష్టత ఏమనగా 4°C వద్ద స్వచ్ఛమైన నీటి సాంద్రత 1 ఘ. సెం. మీ. నకు ఒక గ్రాము అగుటచే

ఒక పదార్థపు సాంద్రత దానికెన్ని రెట్లున్నదో సులభముగా చెప్పగలుగుట. కనుక ఆ సంఖ్యను సాపేక్ష సాంద్రత అనుటయేగాక విశిష్టగురుత్వము (Specific Gravity) అని కూడ అందురు. ఒక పదార్థముయొక్క సాపేక్ష సాంద్రత లేక విశిష్టగురుత్వము అనగా 4°C వద్ద స్వచ్ఛమైన నీటి సాంద్రతకు ఆ పదార్థపు సాంద్రత ఎన్ని రెట్లుండునో తెలిపేడి సంఖ్య.

$$\frac{\text{పదార్థముయొక్క సాంద్రత}}{4^{\circ}\text{C వద్ద స్వచ్ఛమైన నీటిసాంద్రత.}} = \text{పదార్థముయొక్క సాపేక్ష సాంద్రత లేక విశిష్టగురుత్వము}$$

కొంత ఘనపరిమాణముగల వస్తువు ద్రవ్యరాశికిని, సమానఘనపరిమాణముగల నీటి ద్రవ్యరాశికినిగల నిష్పత్తిని కూడ సాపేక్ష సాంద్రత లేక విశిష్టగురుత్వము అందురు.

$$\text{కనుక } \frac{\text{వస్తువుద్రవ్యరాశి}}{\text{వస్తువుతో సమానఘనపరిమాణముగల నీటిద్రవ్యరాశి}} = \text{పదార్థము యొక్క వి. గు. లేక సాపేక్ష సాంద్రత.}$$

$$\text{అదే, } \frac{\text{వస్తువు సాంద్రత}}{\text{నీటి సాంద్రత}} = \text{వి. గు. లేక తా. త. సా. లేక సా. పే. సా.}$$

ఒక పదార్థముయొక్క వి. గు. లేక సా. పే. సా. ఆ పదార్థముయొక్క సాంద్రతకును, నీటి సాంద్రతకును గల నిష్పత్తి కనుక అది కేవలము సంఖ్యమాత్రమే. మెట్రిక్ పద్ధతిలో ఒక పదార్థముయొక్క సాంద్రతను 1 ఘ. సెం. మీ. నకు ఎన్నిగ్రాములో తెలుపవలెను. ఆ గ్రాముల సంఖ్యయే ఆ పదార్థముయొక్క వి. గు. లేక సా. పే. సా. అగును. దానికి

కారణమేమనగా మెట్రిక్ విధానములో 4°C . వద్ద స్వచ్ఛమైన నీటిసాంద్రత 1 ఘ. సెం. మీ. నకు 1 గ్రా. అగుట. అందుచే బంగారముయొక్క సాంద్రత మెట్రిక్ పద్ధతిలో 1 ఘ. సెం. మీ. నకు 19.3 గ్రాములనియు, దాని సాపేక్ష సాంద్రత (వి. గు.) మాత్రము 19.3 అనియు వ్రాయవలెను. సాపేక్షసాంద్రతను వ్రాసినప్పుడు సంఖ్యవేసి ఊరుకొనవలెను గాని దాని ప్రక్కను గ్రాములనిగాని, పౌనులనిగాని వ్రాయకూడదు.

సాపేక్షసాంద్రత నిష్పత్తి మాత్రమే యగుటవలన ఒకపదార్థముయొక్క సాంద్రతను కనుగొనుటలో ఉపయోగించిన ఘనపరిమాణ ద్రవ్యరాసుల ప్రమాణములుమారినను, ఆ పదార్థముయొక్క సాపేక్ష సాంద్రత (వి. గు.) మారకుండ స్థిరముగ నుండు సంఖ్యగానే ఉండును. ఈ విషయము క్రింది ఉదాహరణవలన విశదమగును.

మెట్రిక్ విధానములో వెండియొక్క సాంద్రత = 1 ఘ. సెం. మీ. నకు 10.5 గ్రా.

,, నీటిసాంద్రత = 1 ఘ. సెం. మీ. నకు 1 గ్రా.

$$,, \text{ వెండి సాపేక్ష సాంద్రత (వి. గు.) } = \frac{10.5 \text{ గ్రా}}{1 \text{ గ్రా}} = 10.5.$$

బ్రిటిష్ విధానములో వెండియొక్క సాంద్రత = 1 ఘ. అడుగునకు 656.25 పౌనులు.

,, నీటి సాంద్రత = 1 ఘ. అ. నకు 62.5 పౌనులు.

$$,, \text{ వెండి సాపేక్షసాంద్రత (వి. గు.) } = \frac{656.25 \text{ పౌ.}}{62.5 \text{ పౌ.}} = 10.5 \text{ గ్రా.}$$

ఒక పదార్థముయొక్క సాపేక్షసాంద్రతను 62.5 చే గుణించినచో బ్రిటిష్ విధానములో ఆ పదార్థముయొక్క సాంద్రత వచ్చును.

విధానము పేరు.	సాంద్రత.	సా. పే. సా. లెక్క వి. గు.
మెట్రిక్	x గ్రా. 1 ఘ. సెం.మి.నకు	x
బ్రిటిష్	$62.5 \times x$ పా. 1 ఘ. అడుగునకు	x

మెట్రిక్ పద్ధతిలో కొన్ని పదార్థములయొక్క సాంద్రతల పట్టిక.

పదార్థము పేరు.	సాంద్రత ఘ. సెం.మి.నకు గ్రాములు	పదార్థము పేరు.	సాంద్రత ఘ. సెం. మి.నకు గ్రాములు
అల్యూమినియము	2.7	బంగారము	19.3
ఇనుము	7.9	స్టాటీనము	21.4
రాగి	8.9	గాజు	2.6
వెండి	10.5	మంచుగడ్డ	0.92
నీసము	11.4	సాదరము	13.59

సాంద్రతబుడ్డి నువయోగించి ద్రవపదార్థముయొక్క వి. గు. కనుగొనుట:—

తడిలేకుండ, పరిశుభ్రమైన సాంద్రతబుడ్డిని తూచ వలెను. గాలిబుడగలు లేకుండ నీటితో నింపి తూచవలెను. నీరు తీసివేసి పరిశుభ్రము చేసినతరువాత ద్రవముతో ఆబుడ్డిని నింపి తూచవలెను. క్రిందివిధముగా రీడింగులను వేసి లెక్క కట్టవలెను.

$$\begin{aligned}
 & \text{ఖాళీ సాంద్రత బుడ్డి బరువు} = w_1 \text{ గ్రా.} \\
 & \text{నీటితో సహా సాంద్రత బుడ్డి బరువు} = w_2 \text{ గ్రా.} \\
 & \text{ద్రవముతో సహా సాంద్రత బుడ్డి బరువు} = w_3 \text{ గ్రా.} \\
 & \text{బుడ్డినిండా నింపబడిన నీటి బరువు} = (w_2 - w_1) \text{ గ్రా.} \\
 & \text{బుడ్డినిండా నింపబడిన ద్రవము బరువు} = (w_3 - w_1) \text{ గ్రా.} \\
 & \text{ద్రవము సాంద్రత} = \frac{\text{బుడ్డినిండా నింపబడిన ద్రవము బరువు}}{\text{బుడ్డినిండా నింపబడిన నీటి బరువు}} = \frac{(w_3 - w_1)}{(w_2 - w_1)}
 \end{aligned}$$

సాంద్రత బుడ్డితో సీసపురవ్వల సాపేక్షసాంద్రతను
కనుగొనుట

తడిలేకుండ శుభ్రపరచిన ఖాళీసాంద్రత బుడ్డిని తూచవలెను. బుడ్డిలో కొన్ని సీసపురవ్వలను వేసి తూచవలెను. తరువాత సీసపురవ్వలు బుడ్డిలో ఉండగా బుడ్డిని నీటితో నింపి గాలిబుడగలు లేకుండ చేసి తూచవలెను. తరువాత సీసపురవ్వలను తీసివేసి, బుడ్డినిండా నీటితో నింపి తూచవలెను. క్రిందివిధముగా రీడింగులను వేసి లెక్కకట్టవలెను.

$$\begin{aligned}
 & \text{ఖాళీ సాంద్రత బుడ్డి బరువు} = a \text{ గ్రా.} \\
 & \text{లోపల సీసపురవ్వలతో బుడ్డి బరువు} = b \text{ గ్రా.} \\
 & \left. \begin{aligned} & \text{లోపల సీసపురవ్వలు మిగిలిన భాగము నీటితో} \\ & \text{నింపబడిన బుడ్డి బరువు} \end{aligned} \right\} = c \text{ గ్రా.} \\
 & \text{పూర్తిగా నీటితో నింపబడిన బుడ్డి బరువు} = d \text{ గ్రా.} \\
 & \text{సీసపురవ్వల బరువు} = (b - a) \text{ గ్రా.} \\
 & \text{సీసపురవ్వల చే స్థానభ్రంశము కాబడిన నీటి బరువు (సమాన ఘన పరిమాణముగల నీటి బరువు)} = \text{సాంద్రత బుడ్డినిండా నీటి బరువు} - \text{సీసపురవ్వల బుడ్డిలో నింపబడిన నీటి బరువు} \\
 & = (d - a) - (c - b)
 \end{aligned}$$

$$\therefore \text{సీసపురవ్యల సాపేక్ష సాంద్రత (వి. గు.)} = \frac{(b-a)}{(d-a)-(c-b)}$$

నీటియందు కరగెడి పంచదారవంటి ఘనపదార్థముల సాపేక్షసాంద్రతలను కనుగొనుటలోకూడ సాంద్రతబుడ్డిని ఉపయోగింపవచ్చును. అప్పుడు నీటికి బదులు ఆ పదార్థము కరగని కిరసనాయిలువంటి ద్రవమును ఉపయోగించి పైని వివరించిన విధముగా సాపేక్షసాంద్రతను నీటికి బదులుగా ఉపయోగించిన ద్రవము ననుసరించి కనుగొనవలెను. ఉపయోగించిన కిరసనాయిలువంటి ద్రవముయొక్క సాపేక్ష సాంద్రతనుకూడ కనుగొనవలెను. కిరసనాయిలువంటి ద్రవముతో కనుగొన్న పంచదారవంటి పదార్థముయొక్క సాపేక్ష సాంద్రతను కిరసనాయిలుయొక్క సాపేక్ష సాంద్రతతో గుణించినచో ఆ పదార్థముయొక్క సాపేక్షసాంద్రత లేక వి.గు. (నీటిననుసరించునది) వచ్చును.

$$\text{ఖాళీ సాంద్రతబుడ్డి బరువు} = a \text{ గ్రా.}$$

$$\text{పంచదారతో సాంద్రతబుడ్డి బరువు} = b \text{ గ్రా.}$$

$$\text{పంచదార, కిరసనాయిలుతో సాంద్రత బుడ్డిబరువు} = c \text{ గ్రా.}$$

$$\text{కిరసనాయిలుతో నింపబడిన సాంద్రత బుడ్డిబరువు} = d \text{ గ్రా.}$$

$$\text{కిరసనాయిలు ననుసరించి పంచదార సాపేక్షసాంద్రత} = \frac{(b-a)}{(d-a)-(c-b)}$$

$$\text{కిరసనాయిలు సాపేక్షసాంద్రత} = s \text{ అయినచో}$$

$$\text{నీటిననుసరించి పంచదార సాపేక్షసాంద్రత లేక విశిష్టగురుత్వము}$$

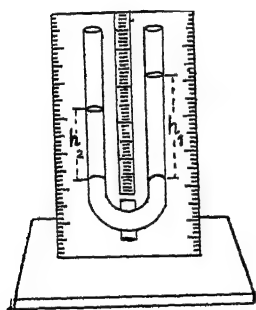
$$= \frac{(b-a) \times s}{(d-a)-(c-b)}$$

8. సరితూగు స్తంభములు - U-గొట్టము

(Balancing columns - U-Tube)

నిలకడ ద్రవములో ఒకే సమతల మట్టమందు వేరు వేరు బిందువులవద్ద పీడనము సమానముగా నుండునని నేర్చుకొని యున్నారు. ఈ విషయము నుపయోగించి U-ఆకారముగల గాజుగొట్టముతో ద్రవముల సాపేక్షసాంద్రతలను (వి. గు.) కనుగొనవచ్చును.

ప్రయోగము:—పటములో చూపబడినట్లు స్థాండునకు నిట్టనిలువుగా అమర్చి బిగింపబడిన U-ఆకారపు గాజుగొట్టము తీసికొనవలెను. స్థాండుపైని స్కేలు గీతలు ఎత్తును కొలుచు



29-వ పటము

సరితూగు స్తంభములు

U - గొట్టము

h_1 - ద్రవ స్తంభపు ఎత్తు

h_2 - నీటి స్తంభపు ఎత్తు

టకు వేయబడియుండును. U-గొట్టములో అడుగున వంపుభాగము నిండి కొద్దిగా పైకి గొట్టములోనికి వచ్చినట్లు పాదరసమును పోయవలెను. దీనివలన U-గొట్టములో పోసిన నీరు, ద్రవము ఒకదానితో నొకటి కలసిపోకుండ యుండును. మొదట రెండుభుజములలోను పాదరసమట్టము సమానముగా నుండుటను గమనింపవలెను. పిమ్మట సహాయమున U-గొట్టముయొక్క ఒక భుజములో కొంత ఎత్తువరకు నీరు పోయవలెను. అప్పుడు రెండవ భుజములో పాదరసమట్టము హెచ్చును. అప్పుడు రెండవ భుజము

ములో పాదరసమట్టము హెచ్చును. అప్పుడు రెండవ భుజము

ములో విశిష్టగురుత్వమును (Specific gravity) కనుగొనవలసిన ద్రవమును పిప్పెట్టాతో పోయుచు, రెండు భుజములలోను పాదరసమట్టములు సమానముగా నుండునట్లు చూడవలెను.

U-గొట్టములో పాదరస మట్టములు సమానముగా నుండునప్పుడు రెండు భుజములలోను ద్రవ స్తంభములు సరితూగును. పాదరసమట్టమునుండి నీటి స్తంభపు ఎత్తును, ద్రవ స్తంభపు ఎత్తును స్కేలునుండి కనుగొనవలెను. ద్రవ స్తంభము ఎత్తు 'h₁' లో ద్రవసాంద్రత 1 c. c. కి d₁ గ్రా; అట్లే నీటి స్తంభపు ఎత్తు 'h₂' లో నీటిసాంద్రత 'd₂' గ్రా. 1 c. c. కి అయినచో, పాదరసమట్టముపైగల నీటి స్తంభపు పీడనము, పాదరసమట్టముపై ద్రవ స్తంభపు పీడనమునకు సమానము.

$$\text{కనుక } h_1 \times d_1 = h_2 \times d_2$$

$$\frac{d_1}{d_2} = \frac{h_2}{h_1}$$

$$\frac{d_1}{d_2} = \frac{\text{ద్రవసాంద్రత}}{\text{నీటిసాంద్రత}} = \frac{\text{ద్రవముయొక్క సాపేక్షసాంద్రత (వి. గు.)}}{1}$$

$$(\text{నీటిసాంద్రత} = 1 \text{ c.c. కి } 1 \text{ గ్రా})$$

$$\therefore \text{ద్రవముయొక్క వి.గు.} = \frac{h_2}{h_1}$$

$$\therefore \text{ద్రవముయొక్క వి.గు.} = \frac{\text{నీటి స్తంభపు ఎత్తు}}{\text{ద్రవ స్తంభపు ఎత్తు}}$$

పాదరస మట్టముపై నీటి స్తంభపు ఎత్తులను, ద్రవ స్తంభపు ఎత్తులను మార్చుచు ప్రయోగమును 6 సార్లు చేసి రీడింగులను క్రిందిపట్టికలో నమర్చవలెను. దానినిబట్టి సరాసరి వి. గు. కనుగొనవలెను.

వరుస నెం.	పాదరస మట్టము రీడింగు	నీటియొక్క నీటి స్తంభపు ఎత్తు h_2	పాదరస మట్టము రీడింగు	ద్రవముయొక్క నీటి మట్టము రీడింగు	ద్రవ స్తంభపు ఎత్తు h_1	ద్రవముయొక్క వి.గు. నీటి స్తంభము ఎత్తు	ద్రవ స్తంభము ఎత్తు $\frac{h_2}{h_1}$
1							
2							
3							
4							
5							
6							

సరాసరి వి. గు. =

N.B.:- (1) నీటితో మిశ్రణ ద్రవములయొక్క వి. గు. కనుగొనుటకు అవి కలసిపోకుండ U-గొట్టములో పాదరసమును పోసి తరువాత ద్రవములను రెండు భుజములలోను పోయవలెను.

(2) నీటితో ఆ మిశ్రణ ద్రవములయొక్క వి. గు. కనుగొనుటకు అవి కలసిపోవుగనుక పాదరసమును ఉపయోగింపనక్కర లేకుండ మందటిపొరను గుర్తించి ఆ విలువనుండియే జల, ద్రవ స్తంభముల ఎత్తులనుకొలిచి కనుగొనవలెను.

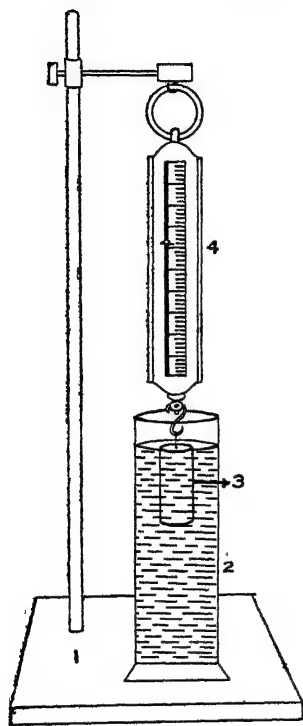
- (3) నీటిసాంద్రతకంటె తక్కువసాంద్రతగల కిరసనాయిలువంటి ద్రవముల యొక్క వి. గు. కనుగొనుటలో ద్రవ స్తంభపు ఎత్తు నీటి స్తంభపు ఎత్తుకంటె హెచ్చుగానుండును.
- (4) నీటిసాంద్రతకంటె ఎక్కువ సాంద్రతగల మైలుతుత్తపు ద్రవాణమువంటి ద్రవముల వి. గు. కనుగొనుటలో ద్రవ స్తంభపుఎత్తు నీటి స్తంభపు ఎత్తుకంటె తక్కువగా నుండును.

9. ఆర్కిమిడిసు సూత్రము

నీటిలో మునిగియున్న వస్తువు నీటిబయట ఉన్నప్పటికంటె తేలికగ నున్నట్లు నిత్యజీవితములో మన అనుభవము. నూతిలో బాల్బిని వేసి నీటిని తోడుచున్నప్పుడు, నీటిలో మునిగియున్నంత వరకు బాల్బి తేలికగనున్నట్లును, నీటిపైకి రాగానే బరువెక్కినట్లును ఉండుట చాలమందికి అనుభవమే. కనుక నీటిలో మునిగియున్న వస్తువు కొంతబరువును కోల్పోయినట్లు కనబడును. ఆ వస్తువు ఎంత బరువును గోల్పోయినట్లు కనబడును? అట్లు గోల్పోవుట ఒక్క నీటిలో మునిగియున్నప్పుడేనా లేక మరి ఏ యితర ద్రవములోనైన మునిగియున్నప్పుడుకూడ కొంతబరువును కోల్పోయినట్లు కనబడునా? ఈ విషయములను ప్రయోగముచేసి తెలుసుకొనవచ్చును.

ప్రయోగమునకు కావలసిన పరికరములు:—ఒక గట్టి లోహపు స్థూపకము, ఒక గట్టి ఘనాకారపు చిన్నలోహపు దిమ్మ. స్పింగుత్రాసుయొక్క కొక్కెమునకు తగిలించుటకు వీలుగా పైని చెప్పిన రెండింటికి రింగులుండవలెను. రెండు కొలజాడీలు, స్పింగుత్రాసు, రిటార్డుస్టాండు, నీరు, కిరసనాయిలు. (కిరసనాయిలు యొక్క సాంద్రత తెలిసియుండవలెను.)

విధానము:—స్టాండునకు స్ప్రింగు త్రాసును వ్రేలగట్టి శూన్యాంశ దోషమున్నచో కనుగొని సిద్ధముగానుంచవలెను.



30-వ పటము

ఆర్కిమిడిసు నూత్రమును
ఋజువుపరచుట

1. స్టాండు, 2 కొలజాడి
3. లోహపు స్థూపకము
4. స్ప్రింగ్ త్రాసు

స్ప్రింగు త్రాసు కొక్కే-మునకు లోహపు స్థూపకమును తగిలించి దాని బరువును తీగత్రాసునుండి గ్రహించవలెను. తరువాత కొలజాడిలో నీరుపోసి నీటి మట్టమును గుర్తించవలెను. స్ప్రింగు త్రాసునకు తగిలించిన లోహపు స్థూపకము కొలజాడిలో నీటి యందు మునుగునట్లు అమర్చి, స్ప్రింగు త్రాసులో దాని బరువును, కొలజాడిలో నీటి మట్టమును గుర్తించవలెను. రెండవ కొలజాడిలో కిరస నాయిలు పోసి దాని మట్టమును గుర్తించి, అందులో లోహపు స్థూపకముమునుగునట్లు అమర్చి, అప్పుడు దాని బరువును తీగ త్రాసు నుండి గుర్తించవలెను. స్థూపకమునకు వలెనే ఘనాకారపు లోహపుదిమ్మతోగూడ ప్రయోగమును చేయవలెను. రీడింగులను క్రింది పట్టికలో అమర్చవలెను.

[illegible]

పై పట్టికలో 8, 13 కాలములను పరిశీలింపవలెను. దానినిబట్టి గ్రహించినది “ఏదైన ఒక నిలకడద్రవములో ఒకవస్తువు పూర్తిగా మునిగి యున్నప్పుడు గోల్పోయినట్లు కనబడు నష్టభారము ఆ వస్తువుచే తొలగింపబడిన (వస్తువుతో సమాన ఘనపరిమాణముగల) ద్రవభారమునకు సమానము.” ఈ నూత్రము మొదట ఆర్కిమిడిసు అను విజ్ఞునిచే కనుగొనబడెను. కనుక దానినే ‘ఆర్కిమిడిసు’ నూత్రమందురు.

ద్రవములో వస్తువున్నప్పుడు దానిపై ద్రవమునకు ఊర్ధ్వపీడనముండునని యిదివరకే నేర్చుకొనియున్నారు. వస్తువు ద్రవమందున్నప్పుడు, ద్రవముయొక్క ఊర్ధ్వపీడన ఫలితమువలన కొంతభారమును గోల్పోయినట్లుకనబడుననియు, అట్లు కనబడు నష్టభారము వస్తువునకు సమాన ఘనపరిమాణముగల ద్రవభారమునకు సమానమనియు ఆర్కిమిడిసు కనుగొని ఋజువుచేసెను.

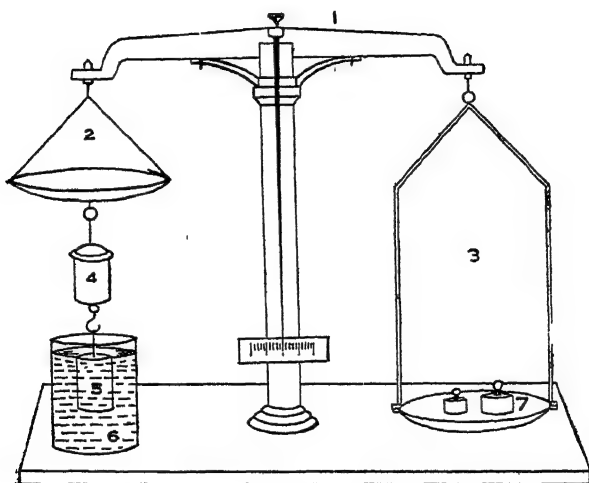
ఆర్కిమిడిసు గ్రీకు దేశపు గొప్ప విజ్ఞుడు. ఆ కాలపు గ్రీకు దేశపు రాజగు హీరో (Hiero) ఒక కిరీటమును చేయమని స్వచ్ఛమైన బంగారమును కంసాలి కిచ్చెను. కిరీటము చాల అందముగా చేయబడెను. కాని అందులో బంగారము కల్తీ చేయబడినట్లు రాజునకు అనుమానము కలిగెను. ఆస్థానవిజ్ఞుడగు ఆర్కిమిడిసునకు ఆరాజు ఆ కిరీటము నిచ్చి దానిని చెరపకుండ అందులో బంగారము స్వచ్ఛమైనదో కాదో పరీక్షించి చెప్పమనెను. ఆర్కిమిడిసునకేమియు తోచలేదు. ఒకనాడు తాను తొట్టెలో స్నానము చేయుచుండగా, నీటిలో తాను మునిగి యున్నప్పుడు తన దేహము తేలికైనట్లు తనకు తోచెను. తనచే తొలగింపబడిన నీటి ఘనపరిమాణము యొక్క బరువు తాను నీటిలో మునిగియున్నప్పుడు తగ్గినట్లున్న బరువునకు

సమానమని అత డూహించెను. వెంటనే 'ఎరుక, ఎరుక' అని కేకలు వేయుచు పరుగిడి రాజుగారిచ్చిన సమస్యను సాధించెను. కిరీటముతో సమాన బరువుగల స్వచ్ఛమైన బంగారపు ముక్కను దెప్పించి దానిచే తొలగింపబడిన నీటిఘన పరిమాణమునకును, కిరీటముచే తొలగించబడిన నీటి ఘన పరిమాణమునకును తేడాను కనిపెట్టి కంసాలి రాజును మోసగించెనని ఆర్కిమిడిసు చెప్పగలిగెను. కనుక దీని ననుసరించిన సూత్రమును ఆర్కిమిడిసుసూత్ర మందురు.

ఆర్కిమిడిసు సూత్రమును ఋజువు చేయుటకు ప్రయోగము - కావలసిన పరికరములు :- ఒక పొట్టి పళ్ళెము, పొడుగు పళ్ళెము గల త్రాసు (Hydrostatic Balance). పొట్టి పళ్ళెమునకు అడుగున చిన్న కొక్కెముండవలెను. కట్టలపెట్టె (Weight box), ఒక సాకెట్టు, దానిలో సరిగా పట్టెడి సిలెండరు, సాకెట్టునకు అడుగున కొక్కెముండి, దానికి సిలెండరును తగిలించుటకు సిలెండరునకుకూడ కొక్కెముండవలెను. పిపెట్టు, బీకరు, నీరు, కిరసనాయిలు.

విధానము:—పొట్టిపళ్ళెముయొక్క అడుగుకొక్కెమునకు సాకెట్టును తగిలించి, దాని అడుగున కొక్కెమునకు సిలెండరును తగిలించవలెను. పొడుగుపళ్ళెములో బరువులు వేసి సరితూగునట్లు చేయవలెను. సిలెండరు పూర్తిగా నీటిలో మునుగునట్లు బీకరుతోనీటిని పటములో చూపినరీతిని అమర్చవలెను. అప్పుడు పొడుగుపళ్ళెములో బరువులు హెచ్చై క్రిందకు దిగును. పిపెట్టుతో సాకెట్టునిండా నీరుపోయవలెను. అప్పుడు త్రాసు మరల సరితూగును. నీటిలో సిలెండరు

మునిగినప్పుడు కోల్పోయినట్లగపడు నష్టభారము సాకెట్టులో నింపిన నీటిభారమునకు సమానము. కనుక సిలెండరునకు సమాన ఘనపరిమాణముగల నీటిభారము నది నీటిలో మునిగినప్పుడు కోల్పోయినట్లగపడును. నీటికిబదులు కిరసనాయిలు



కి1-వ పటము ఆర్కిమిడిస్ నూత్రమును ఋజువు చేయుటకు

ప్రయోగము

- 1 త్రాసు; 2 పొట్టి పశ్యము; 3 పాడుగు పశ్యము; 4 సాకెట్టు;
5 సిలెండరు; 6 ద్రవము; 7 బరువులు

గాని, మరియేద్రవమునుగాని ఉపయోగించి ప్రయోగము చేసినను ఫలిత మొక్కరీతిగ నేయుండును.

కనుక ఏదైనా ఒక నిలకడ ద్రవములో ఒక వస్తువు పూర్తిగా మునిగినప్పుడు కొంత భారమును కోల్పోయినట్లగ

పడుననియు, అట్లు కోల్పోయినట్లగపడు నష్టభారము వస్తువునకు సమాన ఘన పరిమాణముగల ద్రవభారమునకు సమానమనియు ఋజువగును. అదే ఆర్కిమిడిసు సూత్రము ఋజువగుట.

10. వస్తువులు తేలుట (Floatation)

ఒక ఇనుపముక్కను నీటిలో వేసినచో మునిగిపోవును. ఆ ఇనుపముక్కనే పాదరసములో వేసినచో తేలును. బెండుముక్కను నీటిలో వేసినచో తేలును. కాని మునుగదు. నీటిలో నూనె తేలును. మంచుగడ్డ నీటిలో తేలును. ఈ విధముగా కొన్ని వస్తువులు కొన్ని ద్రవములలో తేలుటకును, కొన్ని ద్రవములలో మునుగుటకును కారణమేమి ?

ఇనుము సాంద్రత 1 c. c. కి 7.9 గ్రా. నీటిసాంద్రత 1 c. c. కి 1 గ్రా. పాదరసము సాంద్రత 1 c.c. కి 13.59 గ్రా. ఇనుము నీటిలో మునుగుటకు కారణమేమనగా నీటిసాంద్రతకంటె ఇనుముసాంద్రత హెచ్చు. పాదరసముయొక్క సాంద్రతకంటె ఇనుము సాంద్రత తక్కువకనుక పాదరసములో ఇనుము తేలినదని గ్రహింపవలెను. అట్లే మంచుగడ్డ సాంద్రత (0.92 గ్రా.). నీటిసాంద్రతకంటె తక్కువకనుక నీటిలో మంచుగడ్డ తేలును. కనుక ఒక వస్తువు, తనసాంద్రతకంటె తక్కువ సాంద్రతగల ద్రవములో మునుగుననియు, తనకంటె తక్కువ సాంద్రతగల ద్రవములో తేలుననియు స్పష్టమగు

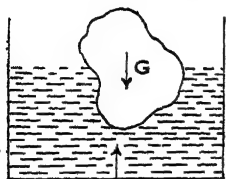
చున్నది. ఒక వస్తువు ఒక ద్రవములో తేలుటకు వస్తువు సాంద్రత ఆ ద్రవసాంద్రతకంటె తక్కువగ నుండవలెను.

తక్కువసాంద్రతగల ఒక వస్తువు దాని సాంద్రత కంటె ఎక్కువ సాంద్రతగల ద్రవములో తేలుటకు కారణ మేమి? ద్రవములో ఒకవస్తువున్నప్పుడు దానిపై రెండు బలములు ప్రవర్తించు చుండును. మొదటి బరువు - క్రిందకు లంబమార్గములో పనిచేయుచుండును. రెండవది వస్తువుపై ద్రవపదార్థము కలుగ జేసిన ఊర్ధ్వ, అధఃపీడనముల ఫలితము. దానినే ఉత్ప్లవనశీడనము (Force of Buoyancy) అందురు..

నిలకడ ద్రవములో ఒకవస్తువు పూర్తిగమునిగియున్నప్పుడు ఆ వస్తువుపై ద్రవము కలుగజేసెడి ఉత్ప్లవనశీడనము ఆ వస్తువుతో సమాన ఘనపరిమాణముగల ద్రవభారమునకు సమానము. దీనిననుసరించినచే ఆర్కిమిడిసు సూత్రము.. నిలకడద్రవములో వస్తువున్నప్పుడు ఆ వస్తువుపై ఉత్ప్లవనశీడనము ఊర్ధ్వదిశగా లంబమార్గములో పనిచేయును. కనుకనే ఒకకార్కును నీటిలోనికి అదిమి విడచినచో అది మీదకు తిరిగి త్రోయబడును. నిలకడద్రవములో ఘుంచబడిన ఒక వస్తువుయొక్క బరువు ఆ వస్తువుపై ద్రవమునకుగల ఉత్ప్లవనశీడనముకంటె ఎక్కువగా నున్నచో ఆ వస్తువు ఆ ద్రవములో మునుగును. తక్కువగా నున్నచో తేలును.

ఒక వస్తువుయొక్క సాంద్రత ద్రవసాంద్రతకంటె తక్కువగా నున్నప్పుడే ఆ ద్రవములో ఆ వస్తువుపై గల ఉత్ప్లవన శీడనముకంటె వస్తువుబరువు తక్కువగానుండి, ఆ వస్తువు ఆ ద్రవములోమునుగక తేలుచుండును.

ద్రవములో తేలెడి వస్తువుల నిశ్చలతకు కావలసిన నియమములు-స్థవనసూత్రములు (Laws of Floatation):-
ఒక వస్తువు ఒక ద్రవములో తేలుచున్నప్పుడు దాని ఘనపరిమాణములో కొంతభాగము ద్రవమట్టమునకు పైని, మిగిలిన భాగము ద్రవమట్టమునకు అడుగున(పటములో చూపిన

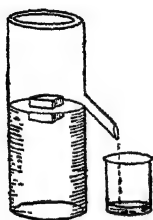


విధమున) యుండును. అప్పుడు నిలకడ ద్రవములో తేలుచున్న వస్తువుపై రెండు బలములు పనిచేయుచుండును.
(1) గరిమనాభివద్ద క్రిందకు లంబ మార్గములో పనిచేయుచున్న వస్తువు భారము (2) మీదకు లంబమార్గ నూత్రము G -గరిమనాభి. ములో వస్తువుపై ద్రవమునకు గల ఉత్ప్లవనశీడనము. కనుక వస్తువు నిశ్చలతలో ఒక నిలకడ ద్రవమందు తేలుచుండుటకు ఈ రెండు బలములు ఒకదాని కొకటి పరిమాణములో సమానమై, ఒకే సరళరేఖలో వ్యతిరేకదిశగా పనిచేయుచుండవలెను.

వస్తువుచే తొలగింపబడిన ద్రవభారమునకు ఉత్ప్లవన శీడనము సమానముగా నుండునన్నవిషయము తెలిసినదే. కనుక ఒక ద్రవములో ఒక వస్తువు యథేచ్ఛగా తేలుచున్నప్పుడు (1) ద్రవములో మునిగియున్న వస్తుభాగముచే తొలగింపబడిన ద్రవభారము మొత్తము వస్తుభారమునకు సమానము. (2) ఆ వస్తువుపై ద్రవమునకు గల ఉత్ప్లవన శీడనము, వస్తుభారము ఈ రెండును ఒకే సరళరేఖలో వ్యతిరేక దిశలో పనిచేయుచు వస్తువు యొక్కయు, తొలగింపబడిన

ద్రవముయొక్కయు గరిమనాభులగుండా పోవును. ఈరెండు నియమములు స్థలనసూత్రములనబడును. నిలకడద్రవములో ఒక వస్తువు తేలుచున్నప్పుడు వస్తువు మునిగియున్న భాగపు ఘనపరిమాణమునకు సమాన ఘనపరిమాణముగల ద్రవమే తొలగింపబడునుగాని వస్తువుయొక్క పూర్తి ఘనపరిమాణము నకు సమానమైనదికాదని గ్రహింపవలెను.

స్థలనసూత్రమును నిరూపించుటకు ప్రయోగము



33-వ పటము
పొర్లిపోవుజాడి

ప్రక్కపటములో చూపినట్టి పొర్లిపోవు జారు (Over flow jar) నొకదానిని తీసుకొని దాని ప్రక్కగొట్టమునుండి పొర్లిపోవువరకును నీరు పోయవలెను. ఒక బెండు ముక్కను త్రాసుతో తూచవలెను. ఒక బీకరును పరిశుభ్రముగా తుడిచి తూచవలెను. ఆబీకరును ప్రక్క గొట్టము క్రిందపెట్టి, బెండుముక్కకు దారమును కట్టి నెమ్మదిగా జారులో నీటి

యందు జారవిడచి స్వేచ్ఛగా తేలునట్లు చూడవలెను. అప్పుడు బెండులో కొంత భాగము నీటిలో మునిగి మిగిలిన భాగము నీటిమట్టముపై నుండును. బెండుముక్కలో నీట మునిగినభాగముచే తొలగింపబడిననీరు ప్రక్కగొట్టముగుండా బీకరులోనికి వచ్చును. ఆ నీటితో బీకరును తూచవలెను. నీటిబరువు తెలియును. ఆ నీటిబరువు బెండుముక్క బరువు నకు సమానముగా నుండును. నీటికి బదులు మరియేద్రవము నుపయోగించి ప్రయోగము చేసినను ఫలిత మొక్కరీతిగానే

యుండును. కనుక నిలకడద్రవములో ఒక వస్తువు స్వేచ్ఛగా తేలుచున్నప్పుడు ద్రవములో మునిగిన భాగముచే తొలగింపబడిన ద్రవభారము మొత్తము వస్తువు భారమునకు సమానము.

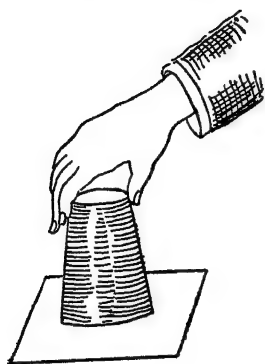
11. వాతావరణ పీడనము

(Atmospheric Pressure)

మనము నివసించుచున్న భూమిని ఆవరించుకొని భూమిపైని సుమారుక వంద మైళ్ల ఎత్తు వరకు గల వాయు పొరను వాతావరణ మందురు. ఈ వాయుమిశ్రమమును గాలి (Air) అందురు. కంటికి కనబడకపోయినను గాలికి బరువు కలదు. అందుచే గాలికి ద్రవపదార్థములవలెనే పీడనశక్తి (Pressure) కూడ గలదు. వస్తువులపై వాతావరణము కలుగజేయు పీడనమునకు వాతావరణపీడన మని పేరు. పైకి పోవుచున్నకొలది గాలి ఎత్తు తగ్గుచుండుటచే వాతావరణ పీడనముకూడ తగ్గుచుండును. భూమిమీద కంటే ఒక కొండపైని వాతావరణ పీడనము తక్కువగా నుండును. వాతావరణమునకు ఊర్ధ్వపీడనము, అధఃపీడనము, పార్శ్వ పీడనముకూడ ఉండును.

వాతావరణమునకు ఊర్ధ్వపీడనము గలదని ఋజువు చేయుటకు ప్రయోగము :—అంచు సమమట్టపు మూతిగల ఒక గాజుగ్లాసును తీసుకొని, వెలితి లేకుండ దానినిండా నీరు

పోసి ఒక కాగితముతో దాని మూతిని మూసి, కాగితము నొక చేతితో పట్టుకొని, రెండవ చేతితో గ్లాసును తలక్రిందుగ త్రిప్పి కాగితమును పట్టి యుంచిన చేతిని విడువవలెను. కాగితము పడిపోకుండ గ్లాసుయొక్క-మూతికి అంటిపెట్టుకొని యుండును. కాగితమును, గ్లాసులో నీరు క్రిందకు నొక్కును గాని నీటి యొక్క అధఃపీడనముకంటె అధిక ఊర్ధ్వపీడనముతో వాతావరణము దానిని మీదకు నొక్కుచుండుటచే కాగితము క్రింద పడకుండును.



34-వ పటము

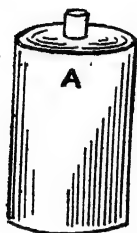
గాలికి ఊర్ధ్వపీడనము గలదని చూపుట.

వాతావరణమునకు అధఃపీడనముకలదని ఋజువు చేయుటకు ప్రయోగము:—రెండువైపుల అంచులు సమ మట్టముగానున్న ఒక స్థూపాకారపు వెడల్పుగాజుగొట్టమును తీసుకొని ఒకవైపు అంచునకు వేసలైనుపూసి వాయురేచకము యొక్క పలకపై అమర్చి, గొట్టముయొక్క రెండవ అంచునకు రబ్బరుపొరను గట్టిగా కట్టవలెను. ఈ విధముగా గొట్టము లోనికి గాలి చొరకుండాచేసి వాయురేచకముతో గొట్టము నుండి గాలిని తోడవలెను. అప్పుడు రబ్బరుపొర లోనికి నొక్కుకొని పోవును.

గాలిని తోడకమునుపు రబ్బరుపొరకు రెండువైపులను వాతావరణ పీడనము సమానముగా నుండుటచే ఆరబ్బరుపొర గొట్టమునకు బిగువుగాపట్టియుండును. గాలిని తోడగానే.

గొట్టమునకు పైనున్న గాలియొక్క అధఃపీడనము వలన రబ్బరుపొర లోపలికి నొక్కబడును. కనుక వాతావరణమునకు అధఃపీడనము కలదని తెలియును.

వాతావరణపీడనము అన్నివైపుల సమానముగానున్నదని ఋజువుచేయుటకు ప్రయోగము:—చిన్న మూతినికలిగిన ఒక



కి-వ పటము

గాలియొక్క పీడనము అన్ని వైపుల సమానముగా నుండునని ఋజువుచేయుట.

A- మొదటి రూపము.

B-లోపల పీడనము తగ్గినందు ఆవిరిచే బయటకు పంపబడినది. వలన వాతావరణ పీడనముచే కలిగిన డబ్బామూతికి చిరడా బిగించి రూపము.

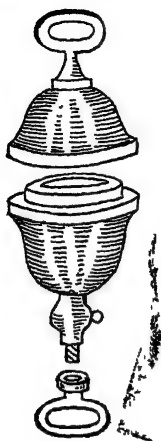
పలుచని రేకుడబ్బాలో నీరుపోసి ఆనీటిని సలసలమరిగించవలెను. డబ్బామూతినుండి నీటిఆవిరి నిరంతరముగా బయటకు వచ్చుచున్నప్పుడు డబ్బామూతికి ఒక చిరడాను బిగించి, మంటను ఆరిప్పి, డబ్బాపై చన్నీటినిపోసి చల్లార్చవలెను. డబ్బానొక్కులు పడి లోపలకు అణగారును. డబ్బాయందలి గాలి, నీటి

దానిపై చన్నీరుపోసి చల్లార్చినప్పుడు డబ్బాలోపలగల నీటిఆవిరి ద్రవీభవించి లోపలి పీడనము తగ్గుటచే పైనున్న వాతావరణపీడనమువలన డబ్బా లోపలికి నొక్కులుపడును. ఒక రబ్బరు బ్లేడరును తీసుకొని దానిలోనికి గాలిని కొట్టినచో ఆబ్లేడరు అన్నివైపులకు సమానముగా ఉబ్బును. కనుక గాలియొక్క పీడనము అన్నివైపులను సమానముగా నుండునని తెలియును.

మేగ్డిబర్గ్ అర్ధగోళములు (Magdeburg hemispheres):-
 వాతావరణ పీడనమును, దాని పరిమాణమును ప్రత్యక్షముగా
 నిరూపించుటకు మేగ్డిబర్గ్ నగరమందు అటోఫాన్ గెర్క్ అను
 విజ్ఞుడు లోహపు అర్ధగోళములను రెండింటిని ఉపయోగించి
 రెండు ప్రయోగములను 1654 లో చేసెను. ఒక ప్రయో
 గములో 22 అంగుళములు వ్యాసముగలిగి ఒకదానితో
 నొకటి సమముగా అతుకుకొనగల లోహపు అర్ధగోళములను
 రెండింటిని జతచేసి వాటిమధ్యనున్న గాలిని వాయురేచ
 కముతో తోడివేసి ఆ అర్ధగోళముల కిరుప్రక్కల ఎనిమిదేసి
 గుట్టములనుకట్టి లాగించెను. అట్లు లాగించినను గుట్టములు
 వాటిని విడగొట్టలేక పోయినవని నిరూపించెను. దానికి
 కారణము పైనున్న వాతావరణ పీడనమని ఋజువు
 చేసెను. మరియుక ప్రయోగములో ఒక అర్ధగోళమును ఒక
 కొక్కెమునకు తగిలించి రెండవ అర్ధగోళముయొక్క అడుగు
 కొక్కెమునుండి బరువులను వ్రేలగట్టి ఆ అర్ధగోళములను
 విడదీయుట కెంత భారము కావలెనో కనుగొనెను. దానివలన
 వాతావరణమునకు అధికపీడన ముండునని ఋజువుచేసెను.
 లోహపు అర్ధగోళముల నుపయోగించి వాతావరణ పీడనమును
 ఋజువుచేయుటకు మొదట ప్రయోగములు మేగ్డిబర్గ్
 నగరములో చేయబడినవి కనుక, అట్టి ప్రయోగములం
 దుపయోగపడు లోహపు అర్ధగోళములను మేగ్డిబర్గ్ అర్ధ
 గోళము లందురు.

ప్రయోగము:—మేగ్డిబర్గ్ అర్ధగోళములను రెండింటిని,
 దగ్గరగా చేర్చి, వాయురేచకముతో వాటిలోపలనున్న గాలిని
 తోడివేయవలెను. తరువాత వాటిని విడదీయుటకు ఎంత

ప్రయత్నించినను మనబలము చాలక అవి విడవు. మార్గ



36-వ పటము

షేడ్ బద్ధ అర్థగోళములు వైశాల్యముగల తలముపై గాలియొక్క పీడనశక్తి రమారమి 15 పౌనుల భారము. ఒకస్థలములో వాతావరణ పీడనమును భారమితి (Barometer) అను సాధనముతో కొలిచి తెలుసుకొందురు.

24 అ॥ పొడవు, 16 అ॥ వెడల్పు, 12 అ॥ ఎత్తు గల గదిలో గాలి బరువు 350 పౌనులకు సుమారు మించి యుండును. ఒక చదరపు అంగుళము

12. ఉష్ణము (Heat)

మన రెండు చేతులను కలిపి రాపాడించుటవలన ఉష్ణము పుట్టునన్న విషయము అందరకు అనుభవమే. ఆవిరి యంత్రములో ఉష్ణమువలన పని జరుగుచున్నదని అందరకు విశదమే. కనుక ఉష్ణమనునది ఒక శక్తి రూపము. వస్తువు అన్నియు అణువులతో కూడియున్నవని యిదివరకే తెలుసు.

కొనియున్నారు. ఒక వస్తువులో అణువుల చలనమువలన ఉష్ణశక్తి జనించును. ఒక యినుపముక్కను సుత్తితో కొట్టుచుండినచో ఆ ఇనుపముక్క వేడెక్కును. సుత్తియొక్క చలనవేగమువలన ఇనుపముక్కలో అణువులందు చలనవేగము కంటి కగపడకుండ హెచ్చి ఉష్ణశక్తియగుచున్నది. కనుక ఒక వస్తువులో అణువుల చలనవేగపు శక్తియే ఉష్ణశక్తి యగుచున్నదని నేటి విజ్ఞుల అభిప్రాయము. వస్తువులపై ఉష్ణముయొక్క ఫలితము అనేకవిధములుగా నుండును.

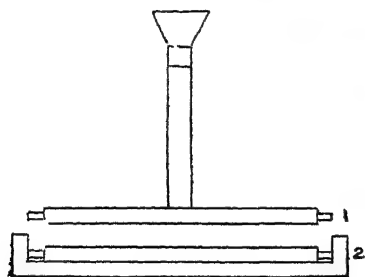
బండిచక్రములకు ఇనుపపట్టాలను ఎక్కించుటలో ఇనుప పట్టాలను మొదటకాల్చి తరువాత చక్రములకు ఎక్కించి చల్లార్చుటను అందరు చూచియుందురు. ఉష్ణమువలన ఇనుప పట్టాలు వ్యాకోచించి, చల్లార్చుటవలన సంకోచించి చక్రములకు బిగువుగపట్టి ఉండును. కనుక వస్తువులపై ఒక ఉష్ణఫలితము వ్యాకోచము. మంచుగడ్డను వేడిచేసినచో అది కరగును. అనగా ఘనస్థితి ద్రవస్థితిలోనికి మారును. ఆ నీటిని మరిగించినచో నీటిఆవిరి వచ్చును. అనగా ద్రవస్థితి వాయుస్థితిలోనికి మారును. కనుక వస్తువులపై వేరొక ఉష్ణఫలితము స్థితిమార్పు లేక భౌతికమార్పు. రససిందూరమును ఒక శోధననాళికలో వేసి వేడిచేసినచో పాదరసము, ఆక్సిజను వాయువు అను రెండు క్రొత్తపదార్థము లేర్పడును. ఇట్టి మార్పును రసాయనిక మార్పు అందురు. కనుక మరియొక ఉష్ణఫలితము రసాయనిక మార్పు. ఒక బీకరులో చన్నిగు పోసి, అందులో ఒక ధర్మామీటరును ప్రేలగట్టి బీకరు అడుగున సారాదీపముతో వేడిచేసినచో ధర్మామీటరులో పాదరసమట్టము హెచ్చును.

అవగా ఉష్ణోగ్రత హెచ్చును. కనుక మరియొక ఉష్ణఫలితము ఉష్ణోగ్రతలో మార్పు. కాబట్టి వస్తువులపై ఉష్ణఫలితములు ముఖ్యముగా (1) వ్యాకోచము (2) ఉష్ణోగ్రతలో మార్పు (3) స్థితిమార్పు లేక భౌతికమార్పు (4) రసాయనికమార్పు.

13. ఉష్ణమువలన వ్యాకోచము

ఘన, ద్రవ, వాయుస్థితులందుగల వస్తువులన్నియు సర్వసాధారణముగా ఉష్ణమువలన వ్యాకోచము చెందును. ఘనపదార్థములు ఉష్ణమువలన వ్యాకోచము చెందునని ఈ క్రింది ప్రయోగములవలన చూపవచ్చును.

ప్రయోగము:—పటములో చూపబడిన లోహపుకాడ,



37-వ పటము

ఉష్ణమువలన పదార్థముల పొడుగు, వైశాల్యము హెచ్చునని చూపుట

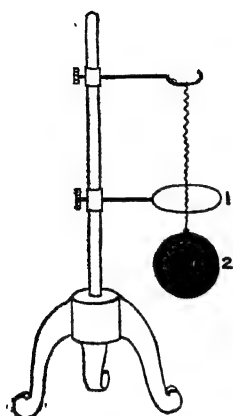
1. లోహపుకాడ

2. చట్రము

చట్రముగల సాధనమును తీసికొనవలెను. గది ఉష్ణోగ్రతవద్ద లోహపుకాడ చట్రములో సరిగా పట్టును. సారాదీపముతో లోహపుకాడను వేడిచేసి చట్రములో పట్టించుటకు ప్రయత్నించినచో పట్టదు. కారణమేమనగా లోహపుకాడ పొడవులో హెచ్చినది. అనగా ఉష్ణమువలన వ్యాకోచము చెందినది.

చట్టారగనే చట్రములో యథాప్రకారము పట్టును.

ప్రయోగము:—పటములో చూపబడినట్టి ఒక లోహపు గోళము, ఉంగరముగల సాధనమును (Gravesends Ball and Ring)



రీతి-వ పటము

ఉష్ణమువలన పదార్థముల ఘనపరిమాణము పెంచునని చూపుట.

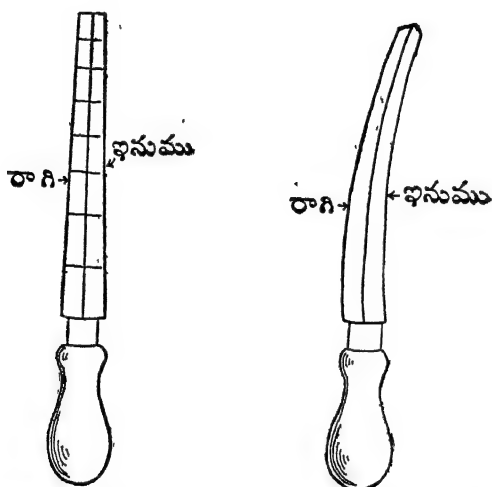
1. రింగు
2. గోళము

and Ring) తీసికొనవలెను. లోహపు గోళము ఉంగరములో సరిగాదూరి పోగలిగినట్లుండవలెను. గోళమును ఉంగరములో మొదట దూర్చ వచ్చును, గోళమును ఉంగరములో నుండి తప్పించి సారాదీపముతో వేడిచేయవలెను. తరువాత ఆ గోళ మును ఉంగరములోనుండి దూర్చుటకు ప్రయత్నించినచో దూరదు. చల్లారి న తరువాత మరల దూరి పోవును. కనుక ఆ లోహపు గోళము ఉష్ణమువలన ఘనపరిమాణమునందు వ్యాకోచముచెంది చల్లార గ నే సంకోచము చెందినదని తెలియును.

కనుక ఉష్ణమువలన ఘనపదార్థములు పొడవునందును, వైశాల్యమునందును, ఘనపరిమాణమునందును వ్యాకోచము చెందునని పై ప్రయోగములవలన ఋజువుగుచున్నది.

ఘనపదార్థములన్నియు ఉష్ణమువలన ఒకేరీతిగా వ్యాకోచము చెందవు. కొన్ని ఎక్కువగను, కొన్ని తక్కువగను వాని స్వభావమునుబట్టి వ్యాకోచించును. కనుక వేరువేరు పదార్థములకు వ్యాకోచనాపరిమితులు వేరువేరుగా నుండును.

ప్రయోగము :—సమానమందము, సమానపొడవుగల దీర్ఘచతురస్రాకారపు ఇనుపకమ్మిని, రాగికమ్మిని దగ్గరగా జంటచేసి అతికి ఒకపిడిలో అమర్చబడిన సాధనమును పటములో చూపబడినట్టిదానిని తీసికొనవలెను. ఈ జంటకమ్మి మొదట నిట్టనిలువుగా నుండును. దానిని సారాదీపముతో



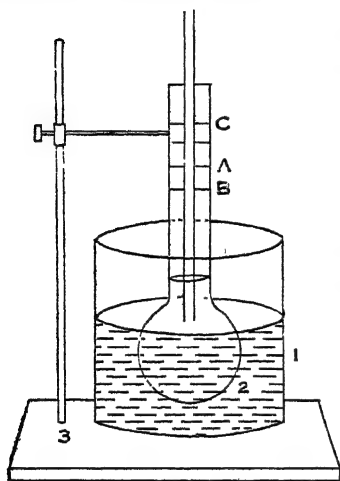
వేడిచేయక పూర్వము

వేసిచేసిన తరువాత

39-వ పటము వేరువేరు పదార్థములకు వ్యాకోచనా సరిమితులు వేరువేరుగా నుండునని ఋజువుపరచుట.

వేడిచేసినచో, మీదను రాగికమ్మి, దాని అడుగున ఇనుపకమ్మి ఉండునట్లుగా ఆ జంటకమ్మి వంగును. రాగికమ్మి, ఇనుపకమ్మికంటె ఎక్కువ సరిమితికి వ్యాకోచించుటవలన ఇనుపకమ్మి క్రిందకుండునట్లుగా జంటకమ్మి వంగును. కనుక ఘనపదార్థములన్నియు ఏకరీతిగా వ్యాకోచము చెందవని ఈ ప్రయోగమువలన తెలియుచున్నది.

ఉష్ణమువలన ద్రవపదార్థములు వ్యాకోచము చెందునని చూపుటకు ప్రయోగము :—ఒక గుండ్రని గాజు ఫ్లాస్కు-
మూతికి ఒంటిరంధ్రపు బిరడాను బిగువుగా అమర్చి,



40-చ పటము. ఉష్ణమువలన
ద్రవపదార్థములు వ్యాకోచము
చెందునని చూపుట.

1. వేడినీటి పాత్ర
2. గాజు ఫ్లాస్కు.
3. స్టాండు.
- A. తొలి నీటిమట్టము.
- B. ఫ్లాస్కు వ్యాకోచమువలన
దిగిన నీటిమట్టము.
- C. నీరు వ్యాకోచించుటవలన
హెచ్చిన నీటిమట్టము.

ద్రవమట్టము A నుండి B కి దిగుటను కనిపెట్టవచ్చును.

ఆరంధ్రముగుండా ఒక గాజు
గొట్టమును ఫ్లాస్కు-లోనికి
అమర్చవలెను. గాలి బుడ
గలు లేకుండ ఫ్లాస్కు-నిండా
రంగునీరు పోసి నింపి, గొట్ట
ములో రంగునీటి మట్టమును
గుర్తించునట్లుగా గొట్టము
చుట్టు ఒక దారమును కట్ట
వలెను. తరువాత ఆఫ్లాస్కును
మెడవరకు, వేడినీటిపాత్రలో
దింపి స్టాండునకు అమర్చ
వలెను. మొదట గాజు
ఫ్లాస్కు వ్యాకోచించుటవలన
గొట్టములో రంగునీటి
మట్టము కొద్దిగా దిగును
గాని ఆ రంగునీరు ఉష్ణమును
అతివేగముగా గ్రహింపగానే
గొట్టములో రంగునీటి
మట్టము త్వరగా హెచ్చి
పోవును. ఈ ప్రయోగమును
జాగ్రత్తగా పరిశీలించినచో

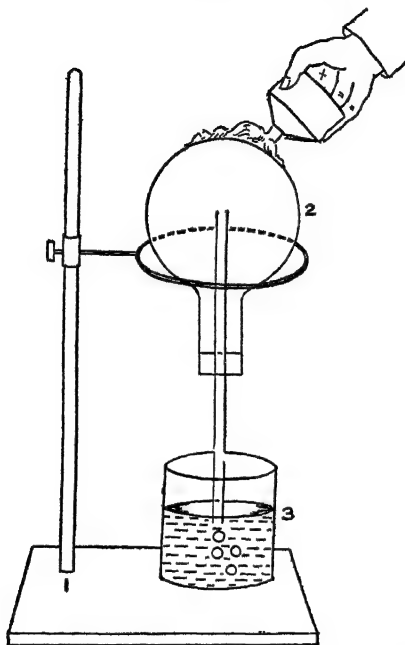
A B పాత్ర వ్యాకోచమును సూచించును. A C దృశ్య వ్యాకోచము. B C నిజవ్యాకోచము. అనగా పాత్ర వ్యాకోచము + దృశ్యవ్యాకోచము = ద్రవముయొక్క నిజ వ్యాకోచము అని తెలియును. దీనివలన ఘనపదార్థములకంటె ద్రవపదార్థములు అధికముగా వ్యాకోచించునని తెలియును.

ఉష్ణమువలన వాయు పదార్థములు వ్యాకోచము చెందునని చూపుటకు ప్రయోగము:—

ఒక ఒంటి రంధ్రపు బిరడా మూతికి గట్టిగా బిగింపబడి దాని గుండా ఒక సన్నని గాజు గొట్టము అమర్చబడిన గాజుస్లాస్టును తీసికొని పటములో చూపినరీతిని తలక్రిందులుగా ఒక స్టాండునకు అమర్చవలెను. గాజుగొట్టముయొక్క అడుగు కొన ఒక బీకరులో నీటియందు మునుగుచున్నట్లు అమర్చవలెను. గాజుస్లాస్టు పైని సారా దీపముతో వేడిచేయవలెను. వెంటనే గొట్టము చివరనుండి బీకరులోని నీటియందు గాలి బుడగలు వచ్చుటను గమనింపవచ్చును. దానికి కారణము స్లాస్టుయందలి గాలి ఉష్ణమునకు వ్యాకోచించి బుడగలు బుడగలుగా గొట్టముకొననుండి నీటిలోనికి విడువబడును. వేడిచేయుటను మానగానే, స్లాస్టులోని గాలి సంకోచించుట వలన బీకరులోనినీరు గొట్టములోనికెక్కును. కనుక వాయువులు కూడ ఉష్ణమువలన వ్యాకోచించుననియును, చల్లార్చుటవలన సంకోచించుననియును తెలియును.

ఘనపదార్థముల కంటె, ద్రవపదార్థములు, ద్రవ పదార్థముల కంటె ఘాయపదార్థములు ఎక్కువగా వ్యాకోచించును; ఘనపదార్థములన్నియు ఒక్కరీతిగా వ్యాకోచించవు.

ఇనుము, గాజు, రాగి వీటియొక్క వ్యాకోచనాపరిమితులు వేరు వేరుగానుండును. అట్లే ద్రవపదార్థములన్నియు ఒక్క-



41-వ పటము ఉష్ణమువలన వాయుపదార్థములు
వ్యాకోచము చెందునని చూపుట

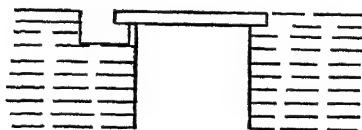
(1) ప్లాండు (2) గాజుఫ్లాస్కు (3) నీటిశీకర

రీతిగా వ్యాకోచించవు. వాటి వ్యాకోచనాపరిమితులు కూడ 'వేరు వేరుగా' నుండును. కాని వాయుపదార్థములన్నియు ఒక్కరీతిగానే వ్యాకోచించును. వాటి వ్యాకోచనాపరిమితులు సమానముగా నుండును.

14. ఉష్ణమువలన పదార్థవ్యాకోచము - నిత్యజీవితములో దాని వినియోగము

కఱ్ఱతో చేయబడిన బండిచక్రములకు ఇనుపపట్టాలను అమర్చుటను అందరును చూచియే యుందురు. చక్రము యొక్క చుట్టుకొలతకంటె కొద్దిగా తక్కువ చుట్టుకొలతగల ఇనుపపట్టాచక్రముండును. దానిని కాల్చుదురు. ఉష్ణము వలన అది వ్యాకోచించును. అప్పుడు దానిని కఱ్ఱచక్రమునకు ఎక్కించి చన్నీరు దానిమీద పోయుదురు. అట్లు చల్లార్చుట వలన ఇనుపపట్టాచక్రము సంకోచించి చక్రమును బిగుతుగా పట్టును. వేసవిలో వేడి కది వ్యాకోచించి ఊడిపోవుచుండును. అట్లు ఊడిపోకుండ దానిపై చన్నీరు పోయుచుందురు.

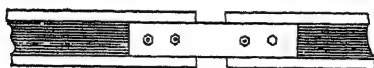
పెద్ద పెద్ద ఇండ్లు కట్టినప్పుడును, వంతెనలు నిర్మించు నప్పుడును ఉపయోగించిన దూలముల చివరలందు ఖాళీ



42-వ పటము వంతెన రోలరు బేరింగు.

లుండును. దానివలన వేసవిలో ఉష్ణమున కా దూలములు వ్యాకోచించినను నిరాటంకముగా వానిపొడవు హెచ్చుటకు వీలుండి అవివంగిపోవు. అందువలన కట్టడములకు ప్రమాదము రాదు.

రైలుపట్టాలు వేయుటలో పట్టాకును, పట్టాకును నడుమ కొంత ఖాళీని విడచిపెట్టుదురు. వేసవిలో వేడికిని, రైలు నడచుటవలన రాపిడి వేడికిని పట్టాలు వేడెక్కి-వ్యాకోచించును. పట్టాకు, పట్టాకు నడుమ ఖాళీలేనిచో ఆ పట్టాలు ఒకదాని నొకటి త్రోసుకొని మీదకు లేచును. దానివలన రైలుమార్గము సాఫీగా ఉండదు. కనుక రైల్లు పట్టాలుతప్పి పడిపోవచ్చును. ఇట్టి ప్రమాదములు కొంతవరకు అడ్డుటకు రైలుపట్టాలనడుమ ఖాళీ వదలబడి యుండును.

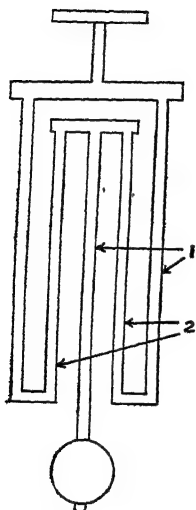


43-వ పటము రైలుపట్టాల నడుమ ఖాళీ.

గాజుసీసాల బిరడాలు, లోహపుడబ్బాల మూతలు, ఫౌంటెన్ పెన్నుల స్పూల్లు బిగిసిపోయినప్పుడు వాటిని మూతుల వద్ద వేడిచేసినచో మూతులు వ్యాకోచించును. కనుక బిరడా లను సుళువుగా తీయవచ్చును.

వేసవిలో వేడికి గడియార లోలకములు వ్యాకోచించి, పొడవుపొచ్చి, గడియారము మందముగా నడచుచు తప్పుడు టైమును చూపును. అదేవిధముగా శీతకాలములో చల్ల దనమునకు గడియార లోలకములు సంకోచించి, పొడవుతగ్గి, గడియారము చురుకుగా నడచుచు తప్పుడు టైమును చూపును. కనుక గడియార మెల్లప్పుడు సరియైన టైమును చూపుటకు గడియారములలో ప్రతికృతలోలకమును (Compensated - Pendulum) వాడుదురు. ఉష్ణోగ్రత

భేదములవలన లోలకముయొక్క పొడవు మారకుండా స్థిరముగా యుండుటకు ప్రతికృత లోలకములో ఏర్పా



41-వ పటము

ఉష్ణమునకు వేరు వేరు లోహములు వేరు వేరు వ్యాకోచనా పరిమితులను కలిగియుండుట.

1. ఇనుప కడ్డీలు.

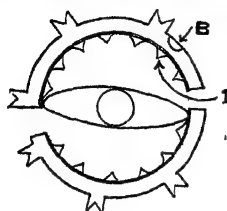
2. ఇత్తడి కడ్డీలు.

లుండును. ఉష్ణమునకు వేరు వేరు లోహములు వేరు వేరు వ్యాకోచనా పరిమితులను కలిగియుండు ధర్మము ప్రతికృతలోలక నిర్మాణములో నిమిడి యున్నది. వీనిలో రెండురకముల లోహపుకడ్డీలుండును. వెలుపలను, మధ్యను గల కడ్డీలు ఇనుముతోను, వాని మధ్యనుండు కడ్డీలు ఇత్తడితోను చేయబడియుండును. ఉష్ణమునకు ఇనుప కడ్డీలు క్రిందకును, ఇత్తడి కడ్డీలు మీదకును వ్యాకోచించునట్లు చట్టములో అమర్చబడియుండును. లోహముల క్రింది వ్యాకోచము, మీది

వ్యాకోచము సమముగా నుండునట్లు లోహపుకడ్డీల పొడవులు సరిపెట్టబడి యుండును. అందుచే ఆధారమునుండి గోళ కేంద్రమునకు గల దూరము ఎల్లప్పుడు స్థిరముగానుండును. కనుక అట్టి గడియారములు సరియైన వేళలను

చూపును. ఈనాడు ఇన్వార్ అనబడు నికెలు ఉక్కుతో చేయబడిన కడ్డీలు ప్రతికృత లోలకములో నుపయోగపడుచున్నవి. ఉష్ణోగ్రతాభేదములకు ఇన్వార్ ఉక్కుకడ్డీల పొడవులో తగిన మార్పుండదు.

వాచీలయొక్క బ్యాలెన్సు చక్రముయొక్క వ్యాసము ఎల్లప్పుడు మారకుండ స్థిరముగా నుండుటకు లోహముల యొక్క దీర్ఘ వ్యాకోచనాభేదము ఉపయోగింపబడినది. లోపల



45-వ పటము గడియారము లందలి బ్యాలెన్సు చక్రము (Balance Wheel)

B ఇత్తడి (Brass)

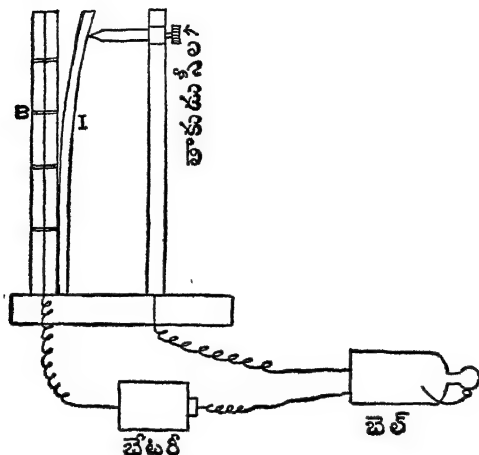
I ఇనుము (Iron)

ఇనుము, వెలుపల ఇత్తడిగల సంయుక్త దండముతో బ్యాలెన్సు చక్రము తయారు చేయబడును. ఉష్ణోగ్రత హెచ్చినప్పుడు వెలుపలి ఇత్తడి లోపలి ఇనుము కంటె హెచ్చుగా వ్యాకోచము

చెందుటవలన చక్రముయొక్క అర్థ భాగపు కొనలు కేంద్రమువైపునకువంగి వ్యాసమును స్థిరముగానుంచును. కనుక చక్రపుపండ్ల చలనము ఉష్ణోగ్రతాభేదములకు మార్పుచెందక స్థిరముగానుండును.

అగ్నిప్రమాదమును తెలియజేయు సాధనము (Fire Alarm) లో రాగి, ఇనుము కడ్డీలు ఒకదానితో నొకటి రివిటు చేయబడి ఒక బల్లచెక్కకు నిలువుగా అమర్చబడి యుండును. దానిచెంతనే ఆ బల్లచెక్కకు ఇనుపకడ్డీ కెదురుగా ఒక తాకుడుసీలతో కూడిన మరియొక లోహపుకడ్డీ అమర్చబడి యుండును. ఆ రెండుకడ్డీలయొక్క అడుగుకొనలు తీగల ద్వారా బేటరీకిని, విద్యుద్ధృంబకును కలుపబడి యుండును. ఈ సాధనమును అగ్నిప్రమాదము సంభవించుటకు వీలున్న స్థలములలో అమర్చి ఉంచుదురు. గంటను పనివారికి దగ్గరగా నుంచుదురు. అగ్నిప్రమాదము సంభవించగానే ఉష్ణమువలన రాగి, ఇనుము జంటకడ్డీ వ్యాకోచించి ఇనుపకడ్డీ లోపలకుండునట్లు వంగును. అప్పుడా కడ్డీ తాకుడుసీలను తాకును.

వెంటనే వలయము పూర్తికాబడి విద్యుద్ధృంతు కొట్టును. దానివలన అగ్నిప్రమాదము సూచింపబడును.



46-వ పటము

అగ్నిప్రమాదమును తెలియజేయు సాధనము. (Fire Alarm)

B. ఇత్తడి I. ఇనుము

ఉష్ణమువలన వ్యాకోచనా పరిమితులు సుమారు సమానమగుటచే గాజులో స్థాపితపుతీగలను అతుకవచ్చును. కాని వ్యాకోచనాపరిమితులలో తేడా ఉండుటచే గాజులో రాగితీగలను అతుకుటకు వీలుపడదు. అతికినను, చల్లారగానే గాజు చిట్టిపోయి, రాగితీగ ఊడిపోవును.

వేడిగాజుచిమ్మిపై చన్నీటి బిందువు పడినచో ఆ చిమ్మి పగిలిపోవును. కారణమేమన నీటిబిందువు పడినచోట గాజులో స్థానిక సంకోచము కలిగి అది పగులును. అట్టి ప్రమాదమును అడ్డుటకు ప్రస్తుతము ఎనీలు చేయబడిన

గాజుతో చిమ్మిలు తయారగుచున్నవి. ఎనీలు చేయబడిన గాజు స్థానికసంకోచమును చెందదు. ఎనీలు చేయుట అనగా ఎక్కువ ఉష్ణోగ్రతలో తయారైన గాజును అతివేగముగా చల్లారసీయక, మెల్లమెల్లగా క్రమరీతిని సమానముగా చల్లార్చుట. ద్రవపదార్థములు ఘనపదార్థములకంటె హెచ్చుగా వ్యాకోచించుచు గనుక నూనెసీసాలను, మందుసీసాలను తగిన ద్రవములతో నింపినప్పుడు మీదను కొంత ఖాళీ విడిచిపెట్టి కార్కుబిగించి సీలుచేయుదురు. లేనిచో వాటియందలి ద్రవములు ఉష్ణమునకు హెచ్చుగా వ్యాకోచించి సీసాలు బ్రద్దలగును. వేసవికాలమందు సోడాబుడ్లను నీటిలో నుంచుదురు. లేనిచో వాటిలోని వాయువు వేడికి వ్యాకోచించి సోడాబుడ్లు పేలిపోవును.

ఉష్ణమువలన ద్రవ, వాయుపదార్థములు వ్యాకోచించు వను ధర్మము నుపయోగించి ధర్మామీటర్లు నిర్మింపబడినవి.

15. ఉష్ణోగ్రత - ఉష్ణోగ్రతమానములు

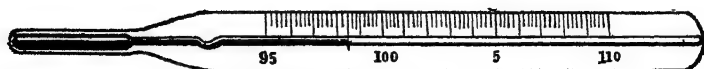
(Temperature - Different Scales)

ఉష్ణమొక శక్తిరూపమనియు, ఉష్ణోగ్రత ఉష్ణఫలితమనియు తెలుసుకొనియున్నారు. వస్తువులు వేడిగానున్నవో, చల్లగానున్నవో తెలుసుకొనుటకు వాటిని మనచేతితోతాకి మనశరీరఉష్ణముతో సరిపోల్చి చెప్పగలుగుచున్నాము. చల్లని వస్తువులకంటె వేడివస్తువుల ఉష్ణోగ్రత ఎక్కువగా నుండునని చెప్పుదుము. కనుక ఉష్ణోగ్రతవలన వస్తువుల ఉష్ణస్థితి

తెలియును. రెండువస్తువులను చేతితో తాకి ఒకవస్తువు రెండవ వస్తువుకంటె వేడిగానున్నదో, చల్లగానున్నదో చెప్పగలమే గాని అది ఎంతఎక్కువ వేడిగానున్నదో లేక ఎంత తక్కువ చల్లగానున్నదో చెప్పలేము. వేడిసీటిలో చేతినిముంచి వెంటనే గోరువెచ్చని సీటిలో ఆ చేతినేముంచి చూచినచో చేతికానీరు చల్లగా దోచును. కాని చన్నీటిలోముంచినచేతి కా గోరువెచ్చనిసీరే వేడిగా దోచును. కనుక వస్తువుల ఉష్ణస్థితిని సరిగా తెలుసుకొనుటకు తగిన సాధనము ధర్మామీటరు లేక ఉష్ణోగ్రతామాపకము. వస్తువుల ఉష్ణోగ్రతను (Temperature) ధర్మామీటరు నుపయోగించి డిగ్రీలలో చెప్పదురు. వస్తువుల ఉష్ణరాశిని కెలోరీలలో కొలిచి చెప్పదురు. ఒక పదార్థములో ఉష్ణరాశి ఎక్కువగా నుండవచ్చును గాని దాని ఉష్ణోగ్రత తక్కువగా నుండవచ్చును. అదేవిధముగా ఒక పదార్థములో ఉష్ణరాశి తక్కువగా నున్నను దాని ఉష్ణోగ్రత ఎక్కువగా నుండవచ్చును. కనుక రెండుపదార్థములలో ఒకపదార్థము రెండవ పదార్థమునుండి ఉష్ణమును గ్రహించుస్థితిలో నున్నదా లేక రెండవపదార్థమునకు ఉష్ణమునిచ్చివేయు స్థితిలోనున్నదా అను ఉష్ణస్థితి విషయమును ధర్మామీటరుతో ఉష్ణోగ్రతలను కొలిచి డిగ్రీలలో తెలుసుకొనవలెను. అది ఎట్లో గమనింపవలెను.

ఉష్ణమువలన ద్రవపదార్థములు వ్యాకోచము చెందునను ధర్మము ననుసరించి ధర్మామీటరు నిర్మింపబడినది. ధర్మామీటరును నిర్మించుటకై ఒకకొనయందు స్థూపాకారపు బల్బు, రెండవకొనయందు గరాటు ఉండునట్లు చేయబడిన పట్లములో చూపబడినట్టి ఏకరీతి రంధ్రముగల గాజు స్కూడ్లు

నాళికను తీసుకొనవలెను. గరాటులో పరిశుభ్రమైన పాదరసమును పోయవలెను. సూక్ష్మనాళికయందు గాలి యుండుటచే బల్బులోనికి పాదరసము దిగదు. కనుక బల్బును



47-వ పటము థర్మామీటరు

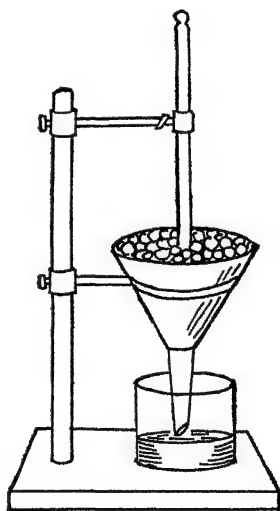
నెమ్మదిగా వేడిచేయవలెను. అప్పుడు సూక్ష్మనాళికయందలి గాలి వ్యాకోచించి గరాటులోని పాదరసముగుండా గాలి బుడగలుగా పైకిపోవును. తరువాత బల్బును చల్లార్చవలెను. అప్పుడు సూక్ష్మనాళికయందలిగాలి సంకోచించి ఖాళీవర్పడుటచే గరాటునందలి పాదరసము కొంత బల్బులోనికి దిగును. ఈవిధముగా బల్బును వేడిచేయుచు, చల్లార్చుచు, బల్బుతో సహా సూక్ష్మనాళికా రంధ్రమునంతటిని పాదరసముతో నింపవలెను. తరువాత బల్బును, అందలి పాదరసమును ఆ థర్మామీటరుతో కొలువవలసిన గరిష్ఠ ఉష్ణోగ్రతకంటె ఎక్కువ ఉష్ణోగ్రతకు వేడిచేసి, బల్బునందలి పాదరసమునుండికూడ గాలి పూర్తిగా పైకి పోగానే, గరాటునకు సరిగా దిగువ నున్న చోట బ్లొవైపు జ్వాలతో కరగించి, సూక్ష్మనాళికలోనికి గాలి చొరకుండ మూసి, గరాటుభాగమును ఛేదించి తీసివేయవలెను.

ఒక వస్తువుయొక్క ఉష్ణస్థితిని ఇంకొక వస్తువుయొక్క ఉష్ణస్థితితో సరిపోల్చియే తెలుసుకొనవలెను. కనుక కొన్ని పదార్థముల ఉష్ణస్థితులను ప్రమాణఉష్ణోగ్రతలుగా నిర్ణయించుకొనవలెను. అట్లు నిర్ణయింపబడిన ఉష్ణోగ్రతలను సీర స్థాన

ములు (Fixed Points) అందురు. ప్రతి ధర్మామీటరునకును రెండు స్థిరస్థానములుండును. వానిలో ఒకటి ప్రమాణ పీడనములో స్వచ్ఛమైన మంచుగడ్డ కరిగెడి ఉష్ణోగ్రత, రెండవది ప్రమాణపీడనములో స్వచ్ఛమైన నీరు మరిగెడి ఉష్ణోగ్రత. మంచుగడ్డ కరిగెడి ఉష్ణోగ్రతను అధోస్థిరస్థానము (Lower Fixed Point) గాను, నీరు మరిగెడి ఉష్ణోగ్రతను ఉర్ధ్వస్థిరస్థానముగాను (Upper Fixed Point) గుర్తించుదురు.

ఫారన్ హీటు అను విజ్ఞుడు నిర్మించిన ధర్మామీటరు నందు మాత్రము మంచుగడ్డ, ఉష్ణకలసిన మిశ్రముయొక్క ఉష్ణోగ్రత అధోస్థిరస్థానముగా గుర్తింపబడెను.

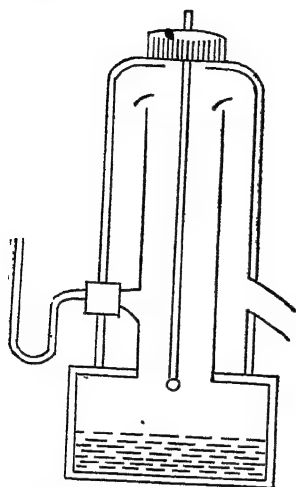
ధర్మామీటరు యొక్క అధోస్థిరస్థానమును గుర్తించుటకు పటములో చూపిన రీతిని ఒక గాజుగరాటలో మంచు ముక్కల మధ్యను ధర్మామీటరు యొక్క బల్బును అమర్చవలెను. ఆ విధముగా కొంతసేపు ఉంచి నచో ధర్మామీటరులో పాదరసము స్థిరముగా నిలచియుండును. ఆ స్థానమును పాదరసమట్టముతో సరిగా గుర్తుపెట్టుదురు. అదే అధోస్థిర స్థానము. అది మంచు గడ్డ కరిగెడి ఉష్ణోగ్రతను తెలియజేయును.



48-వ పటము

ధర్మామీటరుయొక్క అధోస్థిర స్థానము కన్గొనుట

ధర్మామీటరుయొక్క ఉద్ధృష్టిస్థానమును గుర్తించు
టకు పటములో చూపినట్టి హిప్పామీటరు అను పరికర

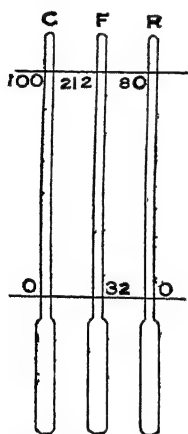


49-వ పటము. ధర్మామీటరు
యొక్క ఉద్ధృష్టిస్థానము
కనుగొనుట.
హిప్పామీటరు.

మును తీసుకొని అందులో నీరు
పోసి మరిగించుచు, ఆ నీటి
ఆవిరియందు ధర్మామీటరు
యొక్క బల్బు ఉండునట్లు
అమర్చవలెను. ధర్మామీటరు
నందలి పాదరసమువ్యాకోచించి
మీదకెక్కును. సూక్ష్మనాళి
కలోపాదరసమట్టము స్థిరముగా
నున్నచోట గుర్తుపెట్టుదురు.
అదే ఉద్ధృష్టిస్థానము. అది నీరు
మరిగెడి ఉష్ణోగ్రతను తెలియ
జేయును. ధర్మామీటరులో
ఉద్ధృష్టి, అధోస్థిరస్థానములమధ్య
భాగమును కొన్ని సమభాగ
ములుగా విభాగింపవలెను.

ఒక్కొక్క భాగ మొక డిగ్రీ అనబడును. డిగ్రీలుగా విభా
గించుటకు ఫారన్ హీటు, సెంటిగ్రేడు, రోయిమరు అను
మాడు మానములు కలవు. సెంటిగ్రేడుమానములో మంచు
గడ్డ కరగెడి ఉష్ణోగ్రత 0°C , నీరు మరిగెడి ఉష్ణోగ్రత 100°C .
ఈ రెండు స్థిరాంకముల మధ్యభాగము నూరు సమభాగము
లుగా విభాగింపబడును. రోయిమరుమానమునందు మంచు
గడ్డ కరగెడి ఉష్ణోగ్రత 0°R , నీరు మరిగెడి ఉష్ణోగ్రత 80°R .

ఆ రెండింటికి మధ్యభాగము 80 సమభాగములుగా విభాగింపబడును. ఫారన్ హీటు మానములో ఉష్ణ, మంచు గడ్డ మిశ్రమము యొక్క ఉష్ణోగ్రత 0°F గను, నీరు మరిగెడి ఉష్ణోగ్రత 212°F గను తీసికొనబడెను. కాని మంచుగడ్డ ఒక్కటే కరగెడి ఉష్ణోగ్రత దీనిలో 32°F . ఈ మానములో మానవుని సహజఉష్ణోగ్రత(Normal Temperature) 98.4°F . దీనిలో మంచుగడ్డ కరగెడి ఉష్ణోగ్రతను తెలియజేయు స్థానమునకును, నీరు మరిగెడి ఉష్ణోగ్రతను తెలియజేయు స్థానమునకును మధ్యగల భాగము 180 సమభాగములుగా విభాగింపబడి యుండును. అదే సెంటిగ్రేడులో 100 సమ



50-వ పటము

ఫారన్ హీటు, సెంటిగ్రేడు, రోయిమరు ఉష్ణతామాపకములు

భాగములుగను, రోయిమరులో 80 సమ భాగములుగను, విభాగింపబడును. కనుక 180 ఫారన్ హీటు భాగములు 100 సెంటిగ్రేడు భాగములకును, 80 రోయిమరు భాగములకును సమానమగును. కనుక 1 ఫారన్ హీటు భాగము $\frac{5}{9}$ సెంటిగ్రేడు భాగమునకును, $\frac{4}{9}$ రోయిమరు భాగమునకును సమానము. ఫారన్ హీటు మానములో మంచుగడ్డ కరగెడు ఉష్ణోగ్రత 32° కనుక ఏదైన ఒక ఫారన్ హీటుడిగ్రీ కొలతను, సెంటి

గ్రేడు మానములోనికి మార్చుటతనన్నచో ఫారన్ హీటుడిగ్రీ

కొలతనుండి 32 తీసివేసి వచ్చిన సంఖ్యను 5/9 చే గుణించవలెను. అటులనే ఫారన్ హీటు డిగ్రీ కొలతను రోయిమరు మానములోనికి మార్పుటకు ఫారన్ హీటు డిగ్రీ కొలతనుండి 32 తీసివేసి వచ్చిన సంఖ్యను 4/9 చే గుణించవలెను. ఈ విషయమును ఈ క్రింది సమీకరణము సూచించును.

$$1^{\circ}\text{C} = (\text{F} - 32) \times \frac{5}{9} = \frac{4}{9}\text{R}.$$

ఉదా:—(1) 104°F నకు సరియైన సెంటిగ్రేడు కొలతను, రోయిమరు కొలతను కనుగొనుము.

$$(\text{F} - 32) \times \frac{5}{9} = \text{C}.$$

$$(104 - 32) \times \frac{5}{9} = \frac{72 \times 5}{9} = 40^{\circ}\text{C}.$$

$$(\text{F} - 32) \times \frac{4}{9} = \text{R}.$$

$$(104 - 32) \times \frac{4}{9} = \frac{72 \times 4}{9} = 32^{\circ}\text{R}.$$

ఉదా:—(2) 93.6°F నకు సరియైన సెంటిగ్రేడు కొలత ఎంత?

$$(93.6 - 32) \times \frac{5}{9} = \frac{61.6 \times 5}{9} = \frac{308}{9} = 34^{\circ}\text{C}.$$

ఉదా:—(3) 35°C నకు సరియైన ఫారన్ హీట్ కొలత ఎంత?

$$\text{F} = \frac{9}{5}\text{C} + 32$$

$$\begin{aligned} \text{F} &= \frac{9 \times 35}{5} + 32 \\ &= 63 + 32 = 95^{\circ}\text{F}. \end{aligned}$$

ఉదా:—(4) -5°C నకు సరియైన ఫారన్ హీటు కొలత ఎంత?

$$\text{F} = \frac{-5 \times 9}{5} + 32 = -9 + 32 = 23^{\circ}\text{F}.$$

ఉదా:—(5) ఏ కొలతవద్ద ఫారన్ హీటుమానము, సెంటిగ్రేడుమానము సమానము?

$$F = C$$

$$C = \frac{C \times 9}{5} + 32$$

$$5C = 9C + 160$$

$$-9C + 5C = 160$$

$$-4C = 160$$

$$\therefore C = \frac{160}{-4} = -40^\circ.$$

$$F = C = -40^\circ.$$

ధర్మామీటరుపై డిగ్రీలను గుర్తించుటకు దానిపై మైనమునుపూసి గుర్తులను గుర్తింపవలసినచోట మైనము లేకుండా ఆకురాయితోరాసి, గాజును తినివేయునట్టి హైడ్రో ఫ్లోరికామ్లములో తగుమాత్రము సేపుంచినచో గుర్తులు పడును. హైడ్రో ఫ్లోరికామ్లమునకు మైనముపై చర్యలేదు కనుక మైనము లేకుండా ఆకురాయితో రాసినచోట గాజుతినివేయబడి గుర్తులేర్పడును. వాటిలో రంగుపూసి, అంకెలను గుర్తించుదురు.

వస్తువుల ఉష్ణోగ్రతలను కొలుచుట

వేరువేరు ఉష్ణోగ్రతలు కలిగియున్న రెండు వస్తువులను ఒకదానితో నొకటి తాకునట్లు అమర్చినచో ఆ రెండు వస్తువులయొక్క ఉష్ణోగ్రతలు సమానమగువరకు ఎక్కువ ఉష్ణోగ్రతగల వస్తువునుండి ఉష్ణము తక్కువ ఉష్ణోగ్రతగల వస్తువులోనికి ప్రవహించును. ఇట్టి ధర్మము ననుసరించి ధర్మామీటరుతో వస్తువుయొక్క ఉష్ణోగ్రతను కనుగొన

వచ్చును. ఉష్ణోగ్రతను కనుగొనవలసిన వస్తువును తాకునట్లు ధర్మామీటరు బల్బును అమర్చవలెను. కొంతకాలమునకు వస్తువునుండి ఉష్ణము ధర్మామీటరులోనికి ప్రవహించి, అందులో పాదరసము వ్యాకోచించుటవలన పాదరసమట్టము పెరుగును. పాదరసమట్టముతో సరియగు డిగ్రీల గుర్తును గమనించినచో ఆ డిగ్రీలసంఖ్య ఆ వస్తువుయొక్క ఉష్ణోగ్రతను తెలుపును. ధర్మామీటరును వస్తువుసంఘర్షములేకుండ తీసివేసినచో అందులో పాదరసమట్టము దిగిపోవును. కనుక వస్తువును తాకియున్నప్పుడే ధర్మామీటరునందలి పాదరస మట్టమును గుర్తించి వస్తువుయొక్క ఉష్ణోగ్రత ఎన్ని డిగ్రీలున్నదో తెలుసుకొనవలెను.

ఉష్ణము - స్థితిమార్పు:—ఉష్ణమువలన పదార్థముల స్థితి మారునని తెలిసికొనియున్నారు. మంచుగడ్డను ముక్కలుగా కొట్టి ఒక గాజుబీకరులో వేసి ఆ గాజుబీకరును త్రిపాద స్టాండుపై తీగవలమీద ఉంచవలెను. ఒక సెంటిగ్రేడు ధర్మామీటరుయొక్క బల్బు బీకరులో మంచుముక్కలచే చుట్టబడి యుండునట్లు ఆ ధర్మామీటరును నిట్టనిలువుగా స్టాండునకు వ్రేలగట్టవలెను. ధర్మామీటరులో పాదరస మట్టము 0°C ను సూచించుచు స్థిరముగానుండుటను గమనింతుము. తరువాత బర్నరుతోగాని, సారాదీపముతోగాని బీకరును వేడిచేయవలెను. మంచుముక్కలకు ఉష్ణము తగిలి అవి కరగుచుండును గాని ధర్మామీటరులో పాదరస మట్టముమాత్రము పొచ్చకుండ 0°C వద్దనే స్థిరముగా నుండును. 0°C వద్ద మంచుగడ్డ కరగి నీరుగా మారుచుండును. 0°C వద్ద దాని కొనగబడిన ఉష్ణమంతయు

దానిని ఘనస్థితినుండి ద్రవస్థితికి మార్పుటకే వినియోగపడును గాని ధర్మామీటరులో కనబడదు. అది నీటిలో గుత్తమైయుండును. కనుక ఉష్ణోగ్రతమారకుండ 1 గ్రాము మంచుగడ్డను 0°C వద్ద ఘనస్థితినుండి ద్రవస్థితికి మార్పుట కవసరమైన ఉష్ణరాశిని మంచుగడ్డ ద్రవీభవనాంతర్గతోష్ణము (Latent heat of fusion of ice) లేక నీటియొక్క గుప్తోష్ణము (Latent heat of water) అందురు. ఆ ఉష్ణరాశి సుమారు 80 కెలోరీలు. ఉష్ణోగ్రత డిగ్రీలలో కొలువబడును. ఉష్ణరాశి కెలోరీలలో కొలువబడును. 1 గ్రామునీటిని 1°C ఉష్ణోగ్రతలో హెచ్చుచేయుట కవసరమైన ఉష్ణరాశిని ప్రమాణముగా నిర్వచించి దానిని కెలోరీ అందురు.

స్థిరవీడనములో ఒక పదార్థము ఏ స్థిర ఉష్ణోగ్రతవద్ద ఘనస్థితి నుండి ద్రవస్థితికి మార్పు చెందునో ఆ ఉష్ణోగ్రత ఆ పదార్థముయొక్క ద్రవీభవన స్థానము (Melting point) అనబడును. ద్రవీభవన స్థానమువద్ద పదార్థమున కొనగబడిన ఉష్ణము ఆ పదార్థమును ఘనస్థితినుండి ద్రవస్థితికి మార్పుటకే వినియోగపడును గాని ఉష్ణోగ్రతను హెచ్చు చేయుట కుపయోగపడదు.

బీకరునందలి మంచుముక్కలు పూర్తిగా కరగిపోయి నీరుగా మారగానే ధర్మామీటరులో పాదరస మట్టము హెచ్చుటకు ప్రారంభించి మీద కెక్కును. కనుక బీకరులో నీటి ఉష్ణోగ్రత హెచ్చు చున్నదని తెలియును. ధర్మామీటరులో పాదరస మట్టము 100°C వరకు హెచ్చి అచ్చట స్థిరముగా ఉండిపోవును. 100°C ఉష్ణోగ్రతవద్ద నీరు మరుగుచు

ఆవిరిగా మారుచుండును. నీరు మరుగుచున్నంతసేపు ఉష్ణోగ్రత హెచ్చకుండ 100°C వద్దనే స్థిరముగా నుండును. నీరు మరుగుచున్నంతసేపు దాని నెంత వేడి చేసినను దాని ఉష్ణోగ్రత 100°C వద్దనే స్థిరపడి యుండును. నీరు మరుగుచున్నప్పుడు నీటి కొనగబడిన ఉష్ణరాశి, ఆ నీటిని ద్రవస్థితినుండి వాయుస్థితికి మార్చుటకే వినియోగ పడును. కాని ఉష్ణోగ్రత హెచ్చించుటకు వినియోగపడదు. ఆ ఉష్ణరాశి అంతయు నీటిఆవిరిలో గుప్తమై యుండును కాని ధర్మామీటరులో కనబడదు. కనుక ఉష్ణోగ్రత మారకుండ 1 గ్రాము నీటిని 100°C వద్ద ఆవిరిగా మార్చుట కవసరమైన ఉష్ణరాశిని ఆవిరి అంతర్గతోష్ణము (Latent heat of Steam) అందురు. అది సుమారు 540 కెలోరీలు.

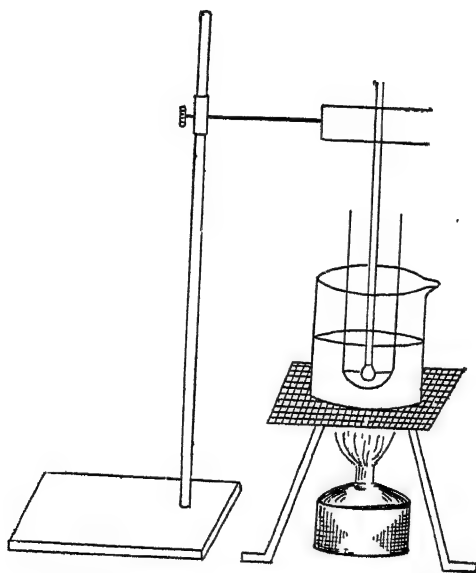
స్థిరపీడనములో ఒకపదార్థము ఏ స్థిరఉష్ణోగ్రతవద్ద ద్రవస్థితినుండి వాయుస్థితికి మార్పు చెందునో ఆ ఉష్ణోగ్రత ఆ పదార్థముయొక్క బాష్పీభవన స్థానము (Boiling point) అనబడును. బాష్పీభవన స్థానమువద్ద పదార్థమున కొనగబడిన ఉష్ణము ఆ పదార్థమును ద్రవస్థితినుండి వాయుస్థితికి మార్చుటకే వినియోగపడును గాని ఉష్ణోగ్రతను హెచ్చు చేయుటకు వినియోగపడదు. కనుక స్థితి మార్పు జరుగుచున్నంతసేపు ఉష్ణోగ్రత మారకుండ స్థిరముగానే యుండును.

వేరు వేరు ఘనపదార్థములకు వేరు వేరు ద్రవీభవన స్థానములుండును. అట్లే వేరువేరు ద్రవపదార్థములకు వేరువేరు బాష్పీభవన స్థానము లుండును. ఒక ఘనపదార్థము వేడి చేయబడుచున్నప్పుడు ద్రవీభవనస్థానమువద్ద దాని ఉష్ణోగ్రత

మారకుండ స్థిరముగా నుండునను ధర్మము ననుసరించి పదార్థముల ద్రవీభవనస్థానములను నిర్ణయింప వచ్చును.

పేరఫిన్ మైనముయొక్క ద్రవీభవన స్థానమును నిర్ణయించుటకు ప్రయోగము:—

సూక్ష్మరంధ్రపు గాజునాళమును (Capillary tube) సుమారు 10 అంగుళములు పొడవుగల ముక్కను తీసికొన



51-వ పటము పేరఫిన్ మైనముయొక్క ద్రవీభవనస్థానమును గుర్తించుట.

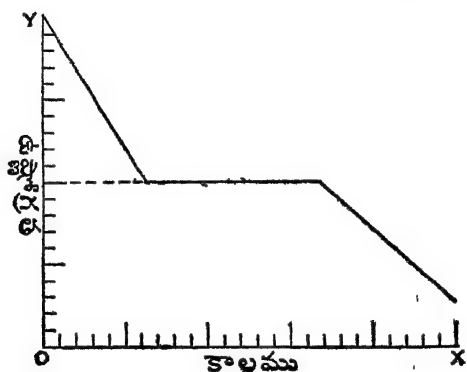
వలెను. పేరఫిన్ మైనమును ఒక పాత్రలో కరగించి సూక్ష్మ నాళముయొక్క ఒక కొనను అందులో పెట్టి కొంత మైనమును వానిలోనికి ఎక్కించ వలెను. మైనము గల ఈ సూక్ష్మ

నాళమును ఒక ధర్మామీటరునకు, బల్బునకు దగ్గరగా పదార్థ ముండునట్లు, జతచేసి బీకరులో నీటియందు స్నాండు నుండి వ్రేలగట్టవలెను. బీకరును త్రిపాదిస్నాండుపై తీగవల మీద పెట్టి సారాదీపముతో వేడిచేయుచు, బీకరులో నీటిని కలుపుడుకాడతో కలుపుచుండవలెను. మైనము పారదర్శక ముగా (Transparent) మారుటకు మొదలిడినప్పుడు ధర్మా మీటరులో ఉష్ణోగ్రతను గుర్తించవలెను. వేడిచేయుటమాని, మైనము కాంతినిరోధకముగా (Opaque) మారుటకు మొదలిడినప్పుడు ధర్మామీటరులో ఉష్ణోగ్రతను తిరిగి గుర్తించ వలెను. ఈ రెండు ఉష్ణోగ్రతలయొక్క సరాసరి ఉష్ణోగ్రత పేరఫిన్ మైనముయొక్క ద్రవీభవనస్థానముగా తీసికొనవలెను.

శీతలరేఖా పద్ధతిని పేరఫిన్ మైనముయొక్క ద్రవీభవనస్థానమును కనుగొనుట

ప్రయోగము:—ఒక శోధననాళికలో పేరఫిన్ మైనము ముక్కలనువేసి, దానిమూతికి రెండు రంధ్రములుగల బిరడానుబిగించి ఒక రంధ్రముగుండా సెంటిగ్రేడు ధర్మా మీటరును పేరఫిన్ మైనములోనికి బల్బు దిగునట్లు అమర్చ వలెను. త్రిపాదిస్నాండుపై తీగవలమీద నీరుగల బీకరును పెట్టి, శోధననాళికలో పేరఫిన్ మైనముయొక్క ఎత్తుకంటె బీకరులో నీటిమట్టము ఎక్కువగానుండునట్లు శోధననాళికను బీకరులో నీటిలోనికి దింపవలెను. శోధననాళికను స్నాండునకు బిగించవలెను. బీకరులో నీటిని సారాదీపముతో మెల్లగా వేడిచేయుచు నీటిని కలుపుడుపుల్లతో కలుపుచుండవలెను. శోధననాళికలోని పేరఫిన్ మైనమంతయు పూర్తిగా కరగిన

తరువాత శోధననాళికను బీకరునుండి తీసి మైనమును చల్లార నివ్వవలెను. ఆపుగడియారము నుపయోగించి ప్రతి అరనిమిష ముఁకును పేరఫిన్ మైనముయొక్క ఉష్ణోగ్రతను గుర్తింప వలెను. 40°C వచ్చువరకు ఉష్ణోగ్రతలను గుర్తించిన చాలును. కాలమును X— అక్షముమీదను, ఉష్ణోగ్రతను Y— అక్షముమీదను తీసికొని, పై ప్రయోగపు ఫలితముల నుపయోగించి ఒక గ్రాఫును గీయవలెను. ఈ గ్రాఫులో గీయ



52-వ పటము. కీతలైఖాపటము

ఈ పద్ధతిని పేరఫిన్ మైనముయొక్క ద్రవీభవనస్థానమును కన్గొనుట.

బడిన శీతలరేఖలో ఒక నియమిత ఉష్ణోగ్రతవద్ద X — అక్షకు సమానాంతరముగా నుండును. మైనము చల్లారునప్పుడు దాని ఉష్ణోగ్రత కొంతవరకు క్రమముగ తగ్గి, అది ఘనీభవించు చుండినంతకాలము స్థిరముగ నుండును. స్థిరమైన ఆ ఉష్ణోగ్రతనే గ్రాఫునందు X — అక్షకు సమానాంతరముగ నున్న భాగము సూచించును. ఆ ఉష్ణోగ్రతయే పేరఫిన్ మైనము యొక్క ద్రవీభవనస్థానము.

16. ఉష్ణ ప్రేషణము (Transmission of heat)

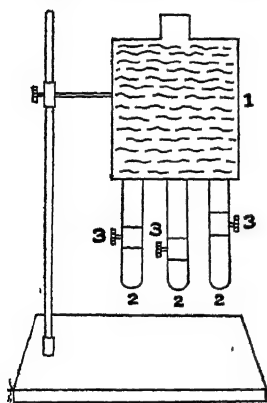
ఎత్తునుండి పల్లమునకు నీరెల్లు ప్రవహించునో అట్లే ఎక్కువ ఉష్ణోగ్రతగల వస్తువునుండి తక్కువ ఉష్ణోగ్రతగల వస్తువులోనికి ఉష్ణము ప్రవహించును. ఒకచోటునుండి మరియొకచోటునకు ఉష్ణము ప్రవహించుటను ఉష్ణప్రేషణము (Transmission of heat) అందురు.

ఒక రాగికాడయొక్క ఒక కొనను నిప్పులోపెట్టి, రెండవ కొనను చేతితో పట్టుకున్నచో కొంతసేపటికి చేతికి వేడి తగులును. నిప్పులోపెట్టిన రాగికాడయొక్క కొననుండి చేతితోపట్టినకొనకు ఉష్ణము ప్రవహించినది. అది ఏవిధముగా జరిగినదో గమనింపవలెను ఒకచోటగల ఇటుకల కుప్పలో నుండి ఇటుకలను వేరొకచోటుకు చేర్చుటకు కొందరు కూలీలు ఒకరితరువాత ఒకరు వరుసగా నిలబడి ఒకరికొకరు ఇటుకలను అందించుకొనుచుందురు. కూలీలు తమస్థానములను విడువకుండగనే ఇటుకలను ఒకచోటునుండి వేరొక చోటునకు చేర్చుదురు. అదేవిధముగా రాగికాడలో ఒక కొననుండి ఉష్ణము రెండవకొనకు చేరును. ప్రతివస్తువు అణువుల సముదాయమని తెలిసినవిషయమే. రాగికాడలో అణువులు తమస్థానములను విడువకుండ ఉష్ణమునుమాత్రము ప్రక్క అణువులకు అందిచ్చుచు ప్రవహింపజేయును. ఈ విధముగా ఒకవస్తువులో అణువులు చలించకుండ ఒకదాని కొకటి ఉష్ణమునందజేయుచు ఎక్కువ ఉష్ణోగ్రతగల స్థానమునుండి తక్కువ ఉష్ణోగ్రతగల స్థానమునకు ఉష్ణమును జేర్చువిధాన

మునకు ఉష్ణవాహనము (Conduction) అనిపేరు. ఘన పదార్థములందు ఉష్ణప్రేక్షణము, ఉష్ణవాహన పద్ధతిని జరుగును.

ఘనపదార్థములన్నిటిలోను ఉష్ణవాహనము ఒక్క రీతిగా నుండదు. వేరువేరుగా నుండునని ప్రయోగపూర్వకముగా నిరూపించవచ్చును.

ప్రయోగము :—పటములో చూపినట్టి ఎడ్సరుసామగ్రిని తీసుకొనవలెను. సమానపొడవు, మందముగల మూడు వేరు



చిత్ర-వ పటము.

ఎడ్సరుసామగ్రి.

1. లోహపు డబ్బా.
2. లోహపు కాడలు.
3. రింగుసూచికలు.

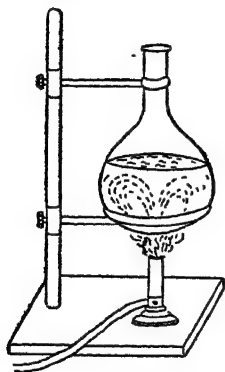
వేరు పదార్థపు కడ్డీలు (సమాన దూరములో) నిట్టనిలువుగా ఒక లోహపు డబ్బాకు అడుగున అతుకబడియుండును. ఒక్కొక్క కడ్డీమీద జరిగెడి ఒక్కొక్క లోహపు రింగుసూచిక యుండును. డబ్బా అడుగున సూచికలు ఆని యుండగా కడ్డీలకు పలుచని పూతగా మైనము కరగించి పూయ వలెను. కొంతసేపటికి మైనము గట్టిపడి సూచికలను జారకుండ పట్టియుంచును. అప్పుడు డబ్బా నిండా మరుగుచున్న నీరు పోయ వలెను. కడ్డీలు ఉష్ణవాహకము

నగుటచే ఉష్ణము వాటిగుండా ప్రవహించి కడ్డీలపై పూసిన మైనము కరిగి సూచికలు క్రిందకు దిగజారి మైనముయొక్క

ద్రవీభవన స్థానమువద్ద స్థిరముగ నిలచును. సూచికలు క్రిందకు దిగజారిన దూరము కిడ్డీలయొక్క ఉష్ణవాహకశక్తిబట్టి యుండును. కిడ్డీలలో ఒకటి ఇత్తడి, ఒకటి ఇనుము, ఒకటి రాగి అయినచో వాటి సాపేక్ష ఉష్ణవాహక శక్తులను (Relative conductivities) బట్టి రింగుసూచిక దిగజారిన దూరములుండును. రాగికాడమీద ఎక్కువదూరము దిగజారును. ఇత్తడిమీద అంతకంటె తక్కువదూరమును, ఇనుప కడ్డీమీద రాగి, ఇత్తడి కడ్డీలకంటె తక్కువదూరమును రింగు సూచికలు దిగజారును. కనుక రాగియొక్క ఉష్ణవాహకశక్తి ఇత్తడికంటె ఎక్కువనియు, ఇత్తడియొక్క ఉష్ణవాహకశక్తి ఇనుముకంటె ఎక్కువనియు తెలియును. ఉష్ణమును బాగుగా వాహనమొనర్పగలిగిన పదార్థములను, ఉత్తమ ఉష్ణవాహకములు (Good conductors of heat) అందురు. లోహము లన్నియు ఉత్తమ ఉష్ణవాహకములు. అందులో వెండి, రాగి ఆత్యుత్తమ ఉష్ణవాహకములు. కనుకనే వంటపాత్రలను, నీటికాగులను రాగితో చేయుదురు. గాజు, కట్ట, గుడ్డ, రాతినార వంటి పదార్థములు ఉష్ణమును బాగుగా వాహనమొనర్పవు. కనుక అవి అధమ ఉష్ణవాహకములు (Bad conductors of heat) అనబడును. నిత్యజీవితములో ఉష్ణవాహనమును అడ్డుటకు అధమ ఉష్ణవాహకములను ఉపయోగింతురు. మరుగుచున్న నీరుగలిగి న్నెనుగుడ్డతో పట్టుకొందురు. మంచుగడ్డను కరగకుండా ఉంచుటకు రంపపుపొట్టులో ఉంచుదురు. నీటిఆవిరిగొట్టములకు రాతినారను చుట్టుదురు. లోహేతరములు, గాలి అధమ ఉష్ణవాహకములు. శీతకాలములో శరీరమునుండి వేడి నైకిపోకుండ ఉన్నిదుస్తులను

ధరించుదురు. నీరుకూడ అధమ ఉష్ణవాహకమే. శూన్య ప్రదేశము అనుష్ణవాహకము (Non conductor of heat).

పటమూలో రీతిని ఒక గాజుఫ్లాస్కులో కొంతవరకు నీరు పోసి తీగవలపై స్థాండునకు అమర్చవలెను. ఫ్లాస్కునందలి నీటిలో పొటాసియమ్ పెర్మాంగనేటు స్ఫటికమును వేసి గాజు ఫ్లాస్కును వేడి చేయవలెను. రంగునీరు ఫ్లాస్కు అడుగు భాగమునుండి మీదకు పోయి, మీద నున్న నీరు క్రిందకు

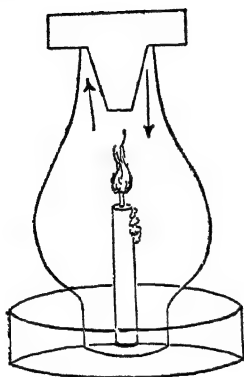


54-వ పటము
ఉష్ణసంవహనము

దిగుటను గమనింపవచ్చును. ఫ్లాస్కు గ్రహించిన ఉష్ణమును అడుగున నున్న నీటి అణువులు గ్రహించి వ్యాకోచించును. దానివలన వాటి సాంద్రత తగ్గి మీదకు పోవును. మీద నున్న నీటి అణువుల సాంద్రత హెచ్చుగా నుండుటచే అవి క్రిందకు దిగి వేడిని గ్రహించి మరల పైకి పోవును. ఈ విధముగా సాంద్రతాభేదము కలిగి అణువులు చలించుటవలన పాత్రలో నీరంతయు వేడెక్కును. ఒక ఇటుకల

కుప్పను ఒకచోటనుండి వేరొకచోటునకు చేర్చవలెనన్నచో కొంతమంది కూలీలను నియమించగా వారిలో ప్రతి ఒక్కరు ఒక్కొక్క ఇటుకను తీసుకొనిపోయి వేరొకచోట చేర్చవచ్చును. అదే విధముగా అణువుల చలనమువలన ఉష్ణము ఒకచోటి నుండి వేరొకచోటికి తీసికొనిపోబడవచ్చును. ఒక పదార్థములో సాంద్రతాభేదము కలిగి అణువుల చలనము

వలన ఉష్ణప్రవహము జరుగుటకు ఉష్ణసంవహన మని పేరు. ద్రవ పదార్థములలోను, వాయు పదార్థములలోను ఉష్ణప్రవహము సంవహనము (Convection) వలన జరుగును.



రీ-వ పటము
దీపము వెలుగుటకు
ఆక్సిజను అవసరమని
నిరూపించుట.

ఒక క్రొవ్వవత్తిని వెలిగించి పటములో చూపిన రీతిని ఒక గాజు తొట్టెలో నిలబెట్టి గాజు తొట్టెలో కొంత వరకు నీరు పోయవలెను. వెలుగుచున్న క్రొవ్వవత్తిపై ఒక గాజు చిమ్మిని అమర్చవలెను. కొంతసేపటికి క్రొవ్వవత్తి దీపము క్రమక్రమముగా నన్నగిల్లుచు చివరకు ఆరిపోవును. దీపము వెలుగుటకు గాలిలో ఆక్సిజను కావలెను. చిమ్మి యందలి గాలిలో ఆక్సిజను ఖర్చయి పోగానే క్రొవ్వవత్తి ఆరిపోవును. వైనున్న గాలి చిమ్మిలోనికి ప్రవేశించుటకు వీలులేదు. అప్పుడు చిమ్మి పైకితీసి, క్రొవ్వవత్తిని వెలిగించి, చిమ్మిపై T ఆకారపు రేకును అమర్చి, తిరిగి క్రొవ్వవత్తి దీపముపై అమర్చవలెను. అప్పుడు దీపము ఆరిపోదు. దానికి కారణమేమన చిమ్మిపై T ఆకారపు రేకును అమర్చుటవలన ఉష్ణసంవహన ప్రవాహము లేర్పడి, లోపల గల తేలికైన గాలి పైకిపోవుచు ఆక్సిజనుగల బరువైన వైనున్న గాలి చిమ్మిలోనికి పోవుచుండును.

మనము నివసించు ఇండ్లలో వెంటిలేటర్లు ఉండుట వలన మనము విడచు తేలికైన వేడిగాలి పైకిపోయి బరువైన

చల్లని మంచిగాలి లోపలకు వచ్చుటకు వీలుండును. గాలిలో సంవహనప్రవాహము లుండుటచే ఋతుపవనములు ఏర్పడుచుండును. ఉష్ణసంవహన ప్రవాహమువలన శీతలదేశములలో ఇండ్లకు వెచ్చదనమును కలుగజేయుదురు. భూమికి సుమారు తొమ్మిదికోట్లమైళ్ళ దూరమందున్న సూర్యునినుండి ఉష్ణము పడా చేరుచున్నది. సుమారు 100-150 మైళ్ళ ఎత్తువరకే వాతావరణమున్నది. అటుపైని వాయుశూన్యమే. కనుక సూర్యునినుండి ఉష్ణము భూమినిచేరుటలో ద్రవ్యయానము యొక్క ప్రసక్తిలేదని చెప్పవచ్చును. ఉష్ణవాహనమునకును, ఉష్ణసంవహనమునకును ద్రవ్యయానము అవసరమని తెలుసుకొని యున్నాము. కాని ద్రవ్యయానముయొక్క ప్రసక్తి లేకుండగనే సూర్యునినుండి ఉష్ణము భూమికి చేరుచున్నది. ఈ విధముగా ఒకచోటినుండి మరియొక చోటునకు ద్రవ్యయానముయొక్క ప్రసక్తి లేకుండా ఉష్ణశక్తి ప్రసరించుటకు ఉష్ణవికిరణము (Radiation) అనిపేరు.

ఉష్ణవికిరణములో ఉష్ణశక్తి కిరణముల (Rays) రూపమున ప్రసరించును. ఉష్ణకిరణములకూడ కాంతికిరణముల వలెనే ఋజుమార్గమున (సరళరేఖలలో) ప్రయాణము చేయును. వీనివేగము సెకండునకు సుమారు 18600 మైళ్ళు. ఇట్లు అత్యధిక వేగముతో ఉష్ణకిరణములు ప్రయాణమును సాగించుట చేతనే సుమారు తొమ్మిదికోట్లమైళ్ళ దూరము లోనున్న సూర్యునినుండి బయలుదేరిన ఉష్ణకిరణములు సుమారు తొమ్మిది నిమిషములలో భూమిని చేరును. ఈ ఉష్ణకిరణములు మధ్యనున్న యానమును తగినంత వేడి చేయకుండగనే అధిక ఉష్ణోగ్రతగల వస్తువునుండి...అల్ప

ఉష్ణోగ్రతగల వస్తువునకు చేరుకొనును. అధిక ఉష్ణోగ్రతయందున్న ప్రతివస్తువు వికిరణపద్ధతిని ఉష్ణప్రేషణమును గావించుచుండును. ఉష్ణమును వికిరణ మొనర్చుటలో నలుపువస్తువులకు తెలుపువస్తువులకన్న ఎక్కువ సామర్థ్యము గలదు.

17. కాంతి (Light)

కాంతి:—చీకటిలో వస్తువులను కంటితో చూడలేము. చీకటిలో వస్తువులను కంటితో చూడగలుగుటకు దీపముండవలెను. దీపమునుండి కాంతికిరణములు వస్తువులపై పడి, చెదరి, కంటిలోనికి ప్రవేశించి దృష్టి జ్ఞానమును కలుగజేయును. కనుక కాంతిని దృష్టిజ్ఞానమును కలుగజేయు శక్తి రూపమని చెప్పవలెను. ఏదైన ఒక పదార్థమును తగినంత ఉష్ణోగ్రతకు వేడిచేసినచో అది శీతోష్ణముగా వేడెక్కి కాంతినిచ్చును. మనకు వేడిని, వెలుతురును ప్రసాదించు ఆదిశక్తి సూర్యుడు. సూర్యుడు, నక్షత్రములు, శీతోష్ణముగా వెలిగి కాంతినిచ్చు విద్యుచ్ఛు ఫిలమెంటు దీపములు, కొవ్వవత్తి దీపములు మొదలైన కాంతిజనకములు స్వయం ప్రకాశవంతములు (Luminous bodies) అనబడును. స్వయం ప్రకాశవంతపు కాంతిజనకములనుండి వెలువడిన వెలుగు కిరణములు తమపై పడి చెదరుటవలన కంటికి కనబడు వస్తువులు కాంతి విహీనములు (Non - Luminous bodies) అనబడును. కనుక కాంతివిహీనపు వస్తువులు చీకటిలో కంటికి కనబడవు. అవి కనబడుటకు వెలుగు కిరణము అవసరము. శూన్యవకాశము (Empty Space) గుండా వెలుగు

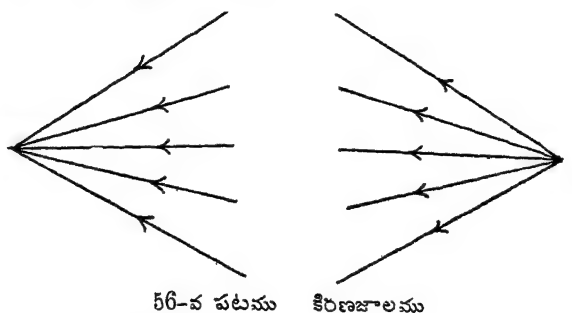
కిరణములు సెకండునకు 186,000 మైళ్ళ వేగముతో పయనించును.

పారదర్శక, అపారదర్శక యానములు

(Transparent and opaque media)

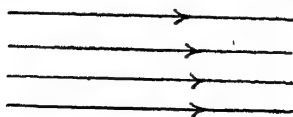
వెలుతురులో కంటి కెదురుగానున్న వస్తువులు కనబడును. కంటి కడ్డుగా పరిశుభ్రమైన ఒక గాజుపలకను పెట్టి చూచినను వస్తువులు కనబడును. నీటిలో వస్తువులు కనబడును. గాలిలో వస్తువులు కనబడును. మైకారేకుగుండా చూచినను వస్తువులు కనబడును. వస్తువులపై పడి చెదరిన కాంతి కిరణములు గాజు, నీరు, గాలి, మైకావంటి యానములగుండా పోయి కంటిలో పడుటవలన అవి కంటి కడ్డుగానున్నను వస్తువులు కనబడును. కనుక కాంతికిరణములను తమగుండా పోనిచ్చెడి గాజు, నీరు, గాలి, మైకావంటి యానములు పారదర్శక యానములు లేక కిరణభేద్యపు యానములు అనబడును. కంటి కడ్డుగా ఒక బల్లచెక్కను గాని, ఇనుపరేకునుగాని, రబ్బరుగుడ్డనుగాని పెట్టినచో వెలుతురున్నను వస్తువులు కనబడవు. వాటిగుండా కాంతి కిరణములు పోలేవు. కాంతి కిరణములను తమగుండా పోనివ్వక అడ్డెడి యానములు అపారదర్శక యానములు లేక కాంతి నిరోధకములు (Opaque media) అనబడును. గరుకుగాజు (Ground glass), ఉల్లిపొర కాగితము (Tissue-paper), నూనెకాగితము వంటివి కాంతికిరణములను తమ గుండా పూర్తిగా పోనివ్వక కొంతభాగమునే పోనిచ్చును. అట్టివాటిని అర్ధపారదర్శక యానములు (Translucent media) అందురు.

అపరిమితమైన వేగముతో పయనించుచున్న అణువులతో కాంతి కూడియుండునని న్యూటన్ మొదలైన విజ్ఞుల అభిప్రాయము. కాంతిజనకమునుండి అనేక అణువులు నిరంతరముగా అన్నిదిశలకు వెలువడుచుండునని వారి నమ్మకము. ఆ కాంతిఅణువులు కంటిలోనికి చొరబడుటవలన దృష్టిజ్ఞానము కలుగును. ఆ కాంతిఅణువులు అపరిమితమైన వేగముతో పయనించు చుండుటచే అవి ఋజుమార్గమును పట్టును. కనుక ఏకతత్వపు పారదర్శకయానములో కాంతి గుమారు సరళరేఖలలో పయనించునని ప్రథమములో కాంతినిగూర్చి విజ్ఞులు తెలుసుకొనిరి.



వ్యాపక కిరణపుంజము
(Divergent Pencil)

కేంద్రీకరణ కిరణపుంజము
(Convergent Pencil)

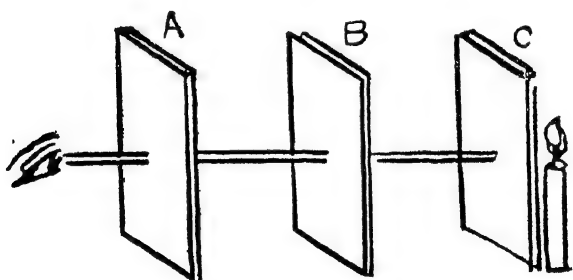


సమానాంతర కిరణపుంజము (Parallel pencil)

ఏదేని ఏకతత్వపు యానములో కాంతి పయనించు మార్గమును సూచించు సరళరేఖను కాంతికిరణ మందురు.

ఒక కాంతికిరణమును వేరుచేసి రాబట్టుట అసాధ్యము. కనుక సన్నని ఒక కిరణసమూహమును పొందవచ్చును. అట్టి కిరణ సమూహమును కిరణపుంజము లేక కిరణజాలము అందురు. కిరణపుంజములో కిరణములన్నియు ఒక బిందువు వద్దకు కేంద్రీకరించుచున్నచో దానిని కేంద్రీకరణ కిరణ పుంజము (Convergent pencil) అందురు. కిరణపుంజములో కిరణములు ఒక బిందువునుండి వ్యాపించుచున్నచో దానిని వ్యాపక కిరణపుంజము (Divergent Pencil) అందురు. కిరణ పుంజములో కిరణములు సమానాంతరముగా నున్నచో దానిని సమానాంతర కిరణపుంజ మందురు.

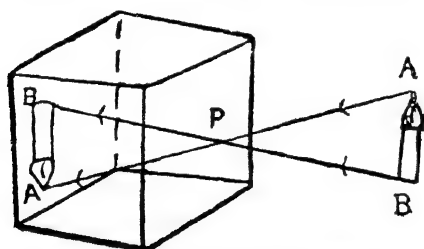
కాంతి ఋజుమార్గవ ర్తిని అని చూపుటకు ప్రయోగము:- పటములో చూపబడినట్లు ఒక్కొక్క దానికి కొకసూక్ష్మరంధ్రము Xల A, B, C అను మూడు అట్టతెరలను, మూడు సూక్ష్మ



57-వ పటము కాంతి ఋజుమార్గవ ర్తిని అని నిరూపించుట.

రంధ్రములు ఒకే సరళరేఖలో ఉండునట్లు అమర్చవలెను. 'C' అను అట్టవెనుకవైపున సూక్ష్మరంధ్రమువద్ద ఒకక్రొవ్వు షత్తి దీపమును అమర్చి 'A' అను అట్టయొక్క వెనుకవైపున

సూక్ష్మరంధ్రమువద్ద కన్నుపెట్టి చూచినచో క్రొవ్వవత్తి దీపపు వెలుగు కనబడును. మూడు అట్టతెరలలోను ఏ ఒక్కదాని సూక్ష్మరంధ్రమునైనను సరళరేఖ మార్గముచుండి తప్పించునట్లు కదల్చినచో దీపపువెలుగు కనబడదు. కనుక ఈ ప్రయోగమువలన కాంతి సరళరేఖలలో పయనించునని ఋజుపగును. ఒక వస్తువుయొక్క నీడ (Shadow) ఆవస్తువునే పోలిన ఆకారమును కలిగియుండును. మనిషియొక్కనీడ మనిషి ఆకారమే. కాంతి సరళరేఖలలో పయనించునన్న విషయము ననుసరించియే వస్తువును పోలిన ఆకారముగల నీడలు కలుగుచున్నవి. పిన్ హోలు కెమేరాలో వస్తువుయొక్క బింబము తలక్రిందులుగా ఏర్పడుటకుగూడ కారణము కాంతి సరళరేఖలలో పయనించుటే. పిన్ హోలు కెమేరాయనునది ఒక



చిత్ర-పటము పిన్ హోల్ కెమేరా

దీర్ఘ చతురస్రాకారపు కట్టపెట్టె. దీనిముందరి తలమునకుమధ్య P అను ఒక సూక్ష్మరంధ్రము సూది మొనంత ఉండి దానికెదురుగా లోపల ఒక గురుకు గాజుతెర

అమర్చబడి యుండును. దాని ముందర ఒక క్రొవ్వవత్తి దీపమును అమర్చినచో క్రొవ్వవత్తిదీపముయొక్క తలక్రిందులైన బింబము తెరమీద ఏర్పడును. కనుక కాంతికిరణములు సరళరేఖలలోనే పయనించుటవలన బింబము తలక్రిందులుగా ఏర్పడును.

18. ప్రకాశ పరావర్తనము

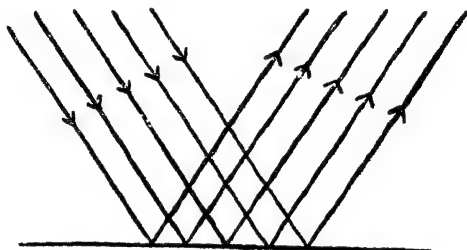
అధిక వేగముతో పయనించుచున్న కాంతికిరణములు అపారదర్శక పదార్థములపై పడినప్పుడు ఏమిజరుగును?

ఒక రబ్బరుబంతిని నేలకువేసి కొట్టినచో అది మీదకు తృల్లిమనవైపునకే వచ్చును. ఆ బంతినే గోడకేసి కొట్టినచో గోడకుతగిలి మనవైపునకే తిరిగివచ్చును. అనగా గాలిలో ప్రయాణముచేయుచున్న బంతి గోడకుతగిలి తిరిగి గాలిలోనికి మరలివచ్చును. అదేవిధముగా ఏదో ఒకయానములో ప్రయాణముచేయుచున్న కాంతి మరియొక యానక తలముపై పడినప్పుడు కొంతభాగము తొలియానములోనికి మరలించి పంపబడును. ఇట్టిక్రియను ప్రకాశపరావర్తనమందురు.

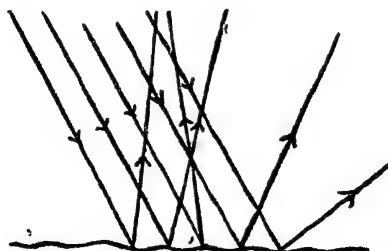
ఒక గదిలో దీపమును వెలిగించినప్పుడు దీపమునుండి బయలుదేరిన కాంతికిరణములు గోడమీదపడి పరావర్తనము చెందును. కాంతి కిరణములను పరావర్తన మొందించు తలమును పరావర్తనతలమందురు. పరావర్తనతలముపై పడిన కిరణమును పతనకిరణము (Incident Ray) అందుము. పరావర్తనతలముపై పడి నెనుకకు మరలివచ్చిన కిరణమును పరావర్తనకిరణము (Reflected Ray) అందుము. పరావర్తన తలముపై ఏబిందువువద్ద కిరణము పడునో ఆ బిందువును పతనబిందువు అందురు.

క్రమ, అక్రమ పరావర్తనములు:—నున్నగా మెరుగు పెట్టబడిన తలముపై పడిన, కాంతికిరణములు క్రమబద్ధముగ

అనగా కొన్నిసూత్రముల ననుసరించి వరావర్తనము చెందును. అప్పుడు బింబము బాగాపర్పడి కనబడును. సూత్రప్రాయముగా జరుగు పరావర్తనమును క్రమపరావర్తనము అందురు. దర్పణములు, మెరుగుపెట్టబడిన లోహపుతలములు క్రమపరావర్తన మొనరించును. క్రమపరావర్తన మొనర్చుగలిగిన సమతలపు మెరుగుతలమును సమతల దర్పణము (Plane-Mirror) అందురు. కళాయి చేయబడి, మెరుగుపెట్టబడిన సమతలపు గాజుతలము ప్రశస్తమైన సమతల దర్పణమగును.



59-వ పటము క్రమ పరావర్తనము (Regular Reflection)



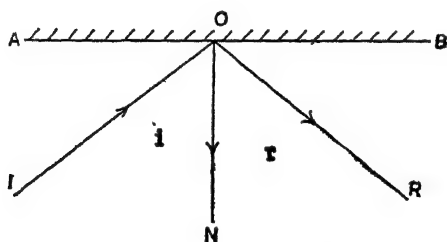
60-వ పటము అక్రమ పరావర్తనము (Irregular Reflection)

గరుకు తలముపైపడిన కాంతికిరణములు సూత్రానుసారముగా పరావర్తనము నొందవు. అవి అన్నిదిశలకు చెదర

గొట్టబడును. అట్టి పరావర్తనమును అక్రమ పరావర్తన మందురు. అక్రమపరావర్తనమువలన బింబము స్పష్టముగా ఏర్పడును. భూళికణములు, గోడ, కాగితము మొదలైన వాని తలములు కాంతికిరణములను అక్రమపరావర్తన మొనర్చుచు.

పరావర్తన సూత్రములు (Laws of Reflection)

పటములో చూపబడినట్లు A B పరావర్తనతలము. I O పతనకిరణము. 'O' పతనబిందువు. O R పరావర్తన కిరణము. O N పతనబిందువువద్ద పరావర్తనతలమునకు లంబము.



61-వ పటము పరావర్తనకోణము.

$\angle ION$ - 'i' పతనకిరణమునకును, లంబమునకును మధ్య గల కోణము. దానినే పతనకోణము (Angle of Incidence) అందురు.

$\angle RON$ - 'r' పరావర్తన కిరణమునకును, లంబమునకును మధ్యగల కోణము. దానినే పరావర్తన కోణ మందురు.

పరావర్తన సూత్రము I:— పతనకీరణము, పరావర్తన కీరణము, పతనబిందువువద్ద పరావర్తనతలమునకు లంబము. ఒకే సమతలములో నుండును.

పరావర్తన సూత్రము II:— పతనకోణము, పరావర్తన కోణమునకు సమానము.

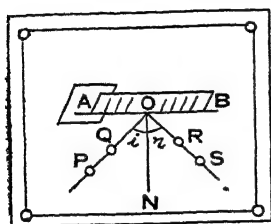
పరావర్తన బింబములు:— ఒక బిందువునుండి బయలుదేరిన కాంతికీరణములు పరావర్తనము చెందినతరువాత వేరొక బిందువువద్దకు కేంద్రీకరింపబడినచో ఆ రెండవ బిందువు మొదటి బిందువుయొక్క నిజబింబము (Real image) అనబడును. నిబబింబములను తెరమీద పట్టగలము. సినిమాలో తెరమీద కనబడునవి నిజబింబములు.

ఒక బిందువునుండి బయలుదేరిన కాంతికీరణములు పరావర్తనము చెందినతరువాత వేరొక బిందువునుండి వచ్చుచున్నట్లుగా కనబడినచో ఆ రెండవ బిందువు మొదటి బిందువుయొక్క మిథ్యాబింబము (Virtual Image) అనబడును. మిథ్యాబింబములను తెరమీద పట్టలేము. సమతల దర్పణములో కనబడునవి మిథ్యాబింబములు. వాటిని తెరమీద పట్టలేము.

ప్రకాశపరావర్తన సూత్రములను ఋజువుచేయుట

ప్రయోగము:— ఒక డ్రాయింగుబల్లపై ఒక తెల్లకాగితమును ముడుతలు లేకుండ డ్రాయింగుపిన్నులతో స్పృశ్యపరచు. ఆ తెల్లకాగితముపై A B అను ఒక సరళరేఖనుగీసి దానితో

ఒక సమతల దర్పణముయొక్క అంచు వీక్షించించునట్లు ఆ సమతల దర్పణమును నిలువుగా నిలబెట్టవలెను. AB అను సరళరేఖ దర్పణతలమును సూచించును. దర్పణమునకు ముందర P, Q అను రెండు గుండుసూదులను నిట్టనిలువుగా ఒకే తలములో ఉండునట్లు అనగా సమాన ఎత్తులో గుచ్చి



62-వ పటము
ప్రకాశపరావర్తనము

నిలబెట్టవలెను. ఆ గుండుసూదుల ప్రతిబింబములను గర్పణములో చూచుచూ వానితో ఒకే సరళ రేఖలో నుండునట్లు పేరలాక్కు దోషములేకుండ R, S అను మరి రెండుగుండుసూదులను దర్పణము ముందర ఒకే ఎత్తులో ఉండునట్లు నిట్టనిలువుగా గుచ్చి నిలబెట్టవలెను. P, Q దిశలో ప్రయాణముచేసి సమతలదర్పణముపై పతనమైన కాంతికిరణము, R, S దిశలో పరావర్తనము చెందును. కనుక P, Q పతనకిరణ మార్గమును, R, S పరావర్తన కిరణమార్గమును సూచించును.

సమతల దర్పణమును తీసివేసి, $P, Q; R, S$ స్థానములను గుర్తించి గుండుసూదులను తీసివేయవలెను. P, Q లను కలిపి ఒక సరళరేఖను, R, S లను కలిపి మరొక సరళరేఖను గీసి, వానిని AB వైపు పొడిగించినచో అవి AB ని 'O' వద్దకలియును. 'O' అను బిందువు PQ అనుపతనకిరణము యొక్క పతనబిందువు. 'O' వద్ద AB దర్పణతలమునకు ON లంబమును గీయవలెను. $\angle PON, \angle RON$ కోణములను

కొలువవలెను. $\angle PON = i$ (పతనకోణము) $\angle RON = r$ (పరావర్తన కోణము). పై ప్రయోగమును పతనకోణమును, మార్చి మరి రెండుసార్లుచేసి ఫలితములను క్రిందిపట్టికలో అమర్చవలెను.

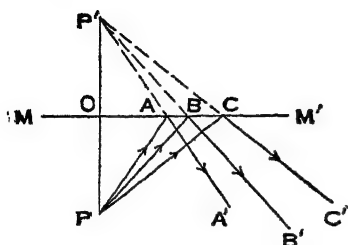
వరుస సంఖ్య	పతనకోణము i	పరావర్తన కోణము r
1		
2		
3		

పై పట్టికను పరిశీలించినచో పతనకోణము పరావర్తన కోణమునకు సమానమని ఋజువుగను.

పై ప్రయోగములో P, Q అను గుండుసూదులు ఒకే తలమునందుండునట్లు గ్రుచ్చబడినవి. R, S అను గుండుసూదులుకూడ P, Q బింబములతో ఏకీభవించునట్లు గ్రుచ్చబడినవి. కనుక అవికూడ ఒకేతలములో నున్నవని తెలియును. కనుక పతనకిరణము, పరావర్తన కిరణము, పతనబిందువువద్ద దర్పణతలమునకు లంబముగా ఒకేతలములో నుండునని ఋజువుగను.

ఒక కాంతికిరణము ఒక సమతల దర్పణముపై లంబ మార్గమున పతనమైనచో ఆ లంబమార్గముననే పరావర్తనము చెందును. కనుక, పతనకిరణము, పరావర్తనకిరణము దర్పణ తలమునకు లంబముగా ఒకదానిపై నొకటిపడి ఏకీభవించును. అందువలన పరావర్తన కోణము = పతన కోణము = 0° .

సమతలదర్పణములో బింబలక్షణములు:—పై ప్రయోగములో వలెనే ఒక సమతలదర్పణమును ద్రావిం గుబల్లపై



63-వ పటము

సమతలదర్పణములోని బింబ లక్షణములు

గుచ్చబడిన తెల్ల కాగితముపై అమర్చ వలెను. MM^1 అను సరళ రేఖదర్పణ తలమును సూచించును. దర్పణము ముందర P అను గుండుసూదిని నిట్టనిలువుగా గుచ్చి నిలబెట్ట వలెను. గుండుసూది గుచ్చబడిన బిందువు కాంతి యుత్పత్తి

స్థానమగును. P నుండి అనేక కాంతికిరణములు అన్నిదిశలకు ప్రసరించును. కనుక PA, PB, PC అను మూడు కిరణములను పై ప్రయోగములోవలెనే ఏర్పరచి, AA^1 , BB^1 , CC^1 అను పరావర్తన కిరణములనుగూడ ఏర్పరచి, దర్పణముచు తీసి వాటిని వెనుకకు పొడిగించినచో అవి P^1 వద్ద కలియును. ఈ కిరణములు దర్పణము వెనుకవైపున P^1 అను బిందువు నుండి వికేంద్రీకృత మగుచున్నట్లు కనబడును. కనుక P^1 అను బిందువు P యొక్క మిథ్యాబింబము. P^1P కలుషవలెను. ఆ సరళరేఖ MM^1 ను 'O' వద్ద ఖండించును. OP^1 , PO కోలువవలెను. మరియు $\angle P^1OA$, $\angle POA$ కోణములు కూడ కోలువవలెను.

$OP^1 = PO$ అగును. $\angle P^1OA = \angle POA = 90^\circ$ అగును.

కనుక సమతలదర్పణమునకు ముందుగల వస్తువు మూర్తియు, సమతలదర్పణము వెనుకవైపుగల బింబదూరము

నకు సమానమని తెలియును. మరియు సమతలదర్పణములో మిథ్యాబింబములే కనబడును. వాటిని తెరమీద పట్టలేము.

ఒక సమతలదర్పణము ఎదుట నిలబడినచో మన ప్రతిబింబము అందులో కనబడును. అది నిలువుగా నుండును. సమాన పరిమాణముకలదై యుండును. కుడి ఎడమ పార్శ్వ భేదమును కలిగియుండును. ఒక అట్టపై '12' అంకెను వేసి సమతలదర్పణమున కెదురుగా నుంచినచో దాని ప్రతిబింబము '21' గా కనబడును. దీనినే కుడిఎడమ తారుమారు అందురు.

కనుక సమతల దర్పణములో ఒక వస్తువుయొక్క బింబలక్షణము లేవనగా (1) మిథ్యా బింబము (2) వస్తువుతో సమాన పరిమాణము (3) నిట్ట నిలువు (4) కుడి ఎడమ తారుమారు (5) దర్పణమునకు ముందుగల వస్తువు దూరమునకు, దర్పణము వెనుకవైపుగల బింబదూరముసమానము.

వస్తుప్రదర్శనశాలలలోను (Show rooms), మంగలి షాపులలోను, కుట్టుపనిషాపులలోను . సమతలదర్పణములు అమర్చబడి యుండును. వాటితో మనయొక్క ముందర దృశ్యము, వెనుకదృశ్యము, ప్రక్కదృశ్యము చూచుకొనవచ్చును.

గోళాకార దర్పణములు - ఉపయోగములు

(Spherical Mirrors - Uses)

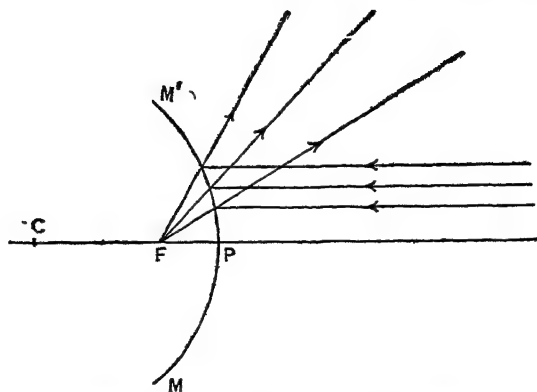
టార్చిలైటులో బల్బునకు వెనుక అమర్చబడిన దర్పణమును పరిశీలించినచో ఆ దర్పణ తలము లోతుగా నుండును. పరావర్తన తలము లోతుగా నున్నట్టి దర్పణమును ఘ్రటాకార దర్పణము (Concave mirror) అందురు.

మోటారుకారులో ద్రైవరుముందర అమర్చబడిన దర్పణమును చేతితో పరిశీలించినచో ఆ దర్పణతలము ఉబ్బెత్తుగా నుండును. పరావర్తనతలము ఉబ్బెత్తుగానున్నట్టి దర్పణమును కుంభాకారదర్పణము (Convex mirror) అందురు. ఇట్టి పుటాకార, కుంభాకార దర్పణములు గుల్లగానున్న గోళాకారపు పారదర్శక పదార్థములనుండి తయారు చేయబడును కనుక వాటిని గోళాకార దర్పణములు లేక వక్రదర్పణములు అందురు.

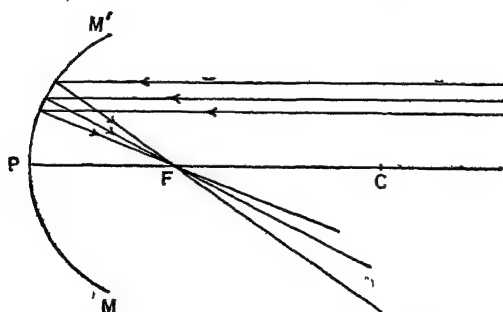
కొన్ని నిర్వచనములు:— గోళదర్పణతలము యొక్క మధ్యబిందువును ధ్రువము (Pole) అందురు. ఆ దర్పణము ఏగోళముయొక్క భాగమై యుండునో ఆ గోళముయొక్క కేంద్రము ఆదర్పణ వక్ర కేంద్రము (Centre of Curvature) అందురు. దర్పణధ్రువమును వక్ర కేంద్రమును కలుపుచు పోవు సరళరేఖను ఆ దర్పణముయొక్క ముఖ్యాక్షము (Principal Axis) అందురు. వక్ర కేంద్రమునకును, దర్పణ ధ్రువమునకును గల మధ్యదూరము దర్పణ వక్ర వ్యాసార్థము (Radius of Curvature) అందురు.

అనంత దూరముననున్న వస్తువునుండి వచ్చు కాంతి కిరణములు ఒకదానికొకటి సమానాంతరముగ నున్నట్లు భావింపవచ్చును. ఒక సన్నని సమానాంతర కిరణపుంజము ముఖ్యాక్షకు సమానాంతరముగ దర్పణమునకు మధ్యను పతనమైనప్పుడు, పరావర్తన కిరణములన్నియు ముఖ్యాక్షలో ఒక స్థిరబిందువువద్దకు కేంద్రీకరింపబడును (పుటాకార దర్పణములో); లేదా ముఖ్యాక్షలో ఒక స్థిరబిందువునుండి వికేంద్రీ

కృత మగుచున్నట్లు కనబడును (కుంభాకారదర్పణములో). ఆ బిందువు ఆ దర్పణముయొక్క నాభి లేక ముఖ్యకేంద్రము (Principal Focus) అనబడును. నాభికిని, దర్పణ ధ్రువము

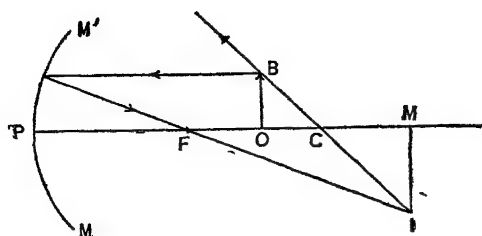


64-వ పటము కుంభాకార దర్పణము.



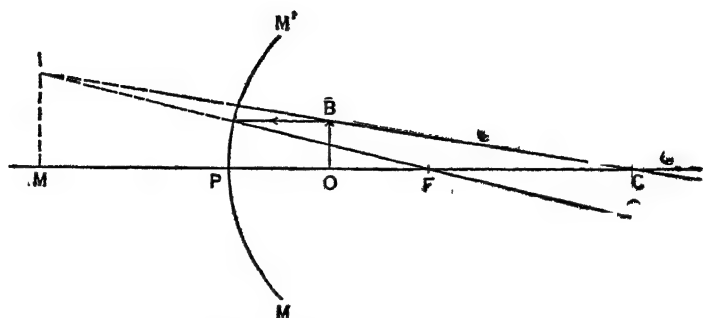
65-వ పటము పుటాకార దర్పణము.

నకును గల దూరము నాభ్యాంతరదూరము (Focal length) అనబడును. వక్రవ్యాసార్థములో నాభ్యాంతర దూరము సుమారు సగముండును.



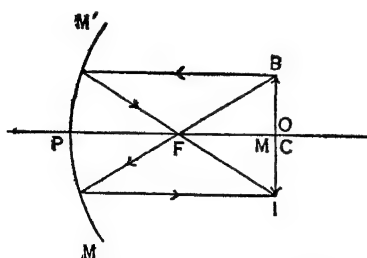
OB=వస్తువు,
F, C లకు
నడుమ.

IM=బిಂಬము, పెద్దది,
తలక్రిందులు,
నిజబిಂಬము.



OB=వస్తువు, F నకు లోపల

IM=బిಂಬము, పెద్దది, నిలువు, మిథ్యాబిಂಬము.



OB=వస్తువు, C వద్ద

IM=బిಂಬము, C వద్దనే

వస్తువు ప్రక్కను

సమానపరిమాణము, తలక్రిందులు,
నిజబిಂಬము.

66-వ పటము పుటాకార దర్పణములోని ప్రతిబింబములు.

అనంతదూరములో వస్తువున్నప్పుడు బింబము బిందు
వంత చిన్నది F వద్ద ఏర్పడును.

F వద్ద వస్తువున్నప్పుడు చాలా పెద్ద బింబము అనంత దూరములో ఏర్పడును.

పుటాకార దర్పణములో వస్తువుస్థానమునుబట్టి ఏర్పడు ప్రతిబింబస్థానముల లక్షణములు క్రిందిపట్టికలో నీయబడినవి.

వస్తువ సంఖ్య	వస్తువుస్థానము.	బింబస్థానము.	బింబలక్షణములు.
1.	అనంతదూరములో	F వద్ద	బిందువంత చిన్నది.
2.	C కి ఆవతల	F, C లకు నడుమ	చిన్నది, తలక్రిందులు, నిజబింబము.
3.	C వద్ద	C వద్ద	సమానపరిమాణము, తలక్రిందులు, నిజబింబము.
4.	F, C లకు నడుమ	C కి ఆవతల	పెద్దది, తలక్రిందులు, నిజబింబము.
5.	F వద్ద	అనంతదూరములో	చాలా పెద్దది.
6.	F కు లోపల	దర్పణము వెనుకవైపు	పెద్దది, నిలువు, మిథ్యాబింబము.

పుటాకార దర్పణముయొక్క ఉపయోగములు :—

1. పుటాకారదర్పణమును షేరపుఅద్దము (Shaving-glass) గా ఉపయోగింతురు. దానియొక్క F నకు లోపల ముఖము ఉండునట్లు అమర్చినచో ముఖబింబము నిలువుగాను; పెద్దదిగాను కనబడును. ఈ దర్పణము ననుసరించి పుటాకార దర్పణమును మంగలిషాపులలో షేరపు అద్దముగా వాడుదురు.

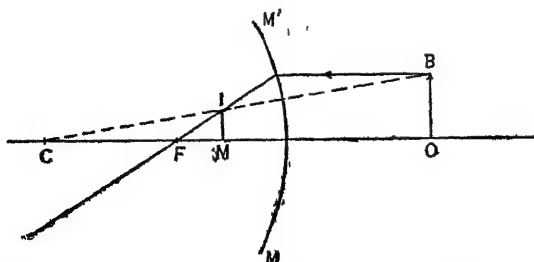
2. పుటాకార దర్పణమును రిఫ్లెక్టరుగా ఉపయోగింతురు. దానియొక్క F వద్ద కాంతిజనక ముండునట్లు

అమర్చినచో కాంతికిరణములన్నియు పరావర్తనమొంది ముందునకు ప్రసరింపజేయబడును. ఆవిధముగా మోటారు కారు దీపములలోను, టార్చిలైట్లలోను, రిఫ్లెక్టింగు టెలిస్కోపులలోను, సెర్పెంటైన్లలోను పుటాకార దర్పణము రిఫ్లెక్టరుగా ఉపయోగపడును.

3. సూర్యుని ఉష్ణముతో వంటచేయుటకు నిర్మింపబడిన సాధనములలో (Solar Cookers) పుటాకార దర్పణము ఉపయోగపడును. సూర్యకిరణములు పుటాకార దర్పణముచే దానియొక్క F వద్ద కేంద్రీకృతమగును. కనుక అచ్చట అమర్చిన వస్తువుపై సూర్యునిఉష్ణము కేంద్రీకృతమగును. ఈ ధర్మము ననుసరించి సోలారు కుక్కర్లు నిర్మించుటలో పుటాకార దర్పణమును ఉపయోగింతురు.

కుంభాకార దర్పణములో బింబము - దాని ఉపయోగము

కుంభాకార దర్పణమునకు ఎదుట నొక వస్తువు నమర్చి బింబమును పరిశీలించినచో వస్తువు స్థానమేదైనను,



47-వ పటము కుంభాకార కటకములోని ప్రతిబింబము.

O B = వస్తువు.

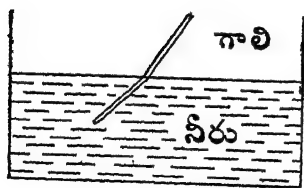
I M = బింబము, చిన్నది, నిలువు, మిథ్యాబింబము.

బింబమెల్లప్పుడు చిన్నది, నిలువు, మిథ్యాబింబముగానే యుండును.

మోటారుకారులో డ్రైవరునకుముందర కుంభాకార దర్పణము అమర్చబడియుండును. డ్రైవరునకు వెనుక రోడ్డుమీదగల వస్తువుల ప్రతిబింబముల నతడు చిన్నవిగను, నిట్టనిలువుగను చూడగలిగి ప్రమాదములేకుండ మోటారు కారును వెనుకకు నడుపును. ప్రతిబింబములు చిన్నవైనను సమానసైజుగల సమతల దర్పణములోకంటె, కుంభాకార దర్పణములో చాలమేరవరకుగల దృశ్యము కనబడును.

19. ప్రకాశ వక్రీభవనము

ఏకతత్వపు పారదర్శక యానములో కాంతికిరణము ఋజుమార్గములో పయనించునని తెలుసుకొని యున్నారు.



రీ-వ పటము

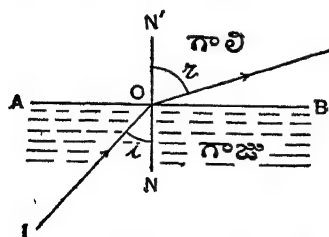
నీటిలో కజ్జిచంగినట్లు కనబడుట

కాని ఒక ఏకతత్వపు పారదర్శక యానమునుండి మరియొక ఏకతత్వపు పారదర్శక యానములోనికి ఒక కాంతికిరణము పోవునప్పుడు ఎట్టి మార్పును పొందునో తెలుసుకొనవలెను. ఒక గాజుతోట్టెలో నీరుపోసి ఆ నీటిలో కొంత

భాగము మునుగునట్లు పటములో చూపినరీతిని ఒక తిన్నని కజ్జిను ప్రక్కగా పెట్టి వైచుండి చూచినచో ఆ కజ్జియొక్క

భాగము నీటితలమువద్ద వంగినట్లు కనబడును. దానికి కారణ మేమి? ఒక ఏకతత్వపు పారదర్శక యానముగు నీటిలో మునిగి యున్న కట్టభాగమునుండి కాంతికిరణములు నీటిగుండా సరళరేఖలలో పయనించుచు, మరియొక ఏకతత్వపు పారదర్శక యానముగు గాలిలోనికి పోవునప్పుడు నీటితలమువద్ద మార్గమును మార్చి వంగును. కనుక నీటిలో కొంతభాగము మునిగియున్న తిన్నని కట్టను పైనుండి చూడగా వంగినట్లు కనబడును. కనుక ఒక ఏకతత్వపు పారదర్శక యానమునుండి మరియొక ఏకతత్వపు పారదర్శక యానములోనికి ఒక కాంతి కిరణము పయనించునప్పుడు విభాగతలమువద్ద ఆ కాంతి కిరణ మార్గములో మార్పువలన ఆ కిరణము సాధారణముగా వంగుటను ప్రకాశ వక్రీభవన మందురు (Refraction of Light). కనుక నీటిలో కొంతభాగము మునిగియున్న తిన్నని కట్ట వంగినట్లు కనబడుటకు కారణము ప్రకాశ వక్రీభవనము (Refraction of Light).

దిగువ పటములో A B సరళరేఖ. గాజు, గాలి ఈ రెండు పారదర్శక యానములను విభాగించుచున్న తల



69-వ పటము వక్రీభవనకోణము

మనుకొనుము. IO సరళ రేఖ గాజులో కిరణ మార్గము. అది గాజులో పతన కిరణమగును. OR సరళరేఖ గాలిలో కిరణ మార్గము. AB వక్రీభవన తలములో 'O' వద్ద కిరణ

మార్గము మారి కిరణము వంగి గాలిలో O R మార్గము

ననుసరించును. కనుక $O R$ సరళరేఖ గాలిలో వక్రీభవన కిరణ మమగు. NON^1 సరళరేఖ 'O' వద్ద AB వక్రీభవనతలమునకు లంబము.

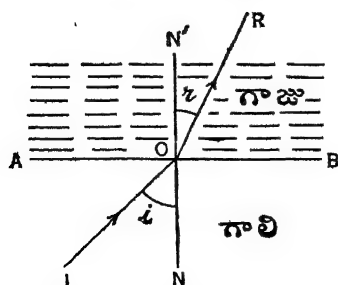
$\angle ION = i$ (గాజులో పతనకోణము.)

$\angle RON^1 = r$ (గాలిలో వక్రీభవనకోణము.)

గాలికంటె గాజు దళసరియానము అనగా సాంద్రతరయానము (Denser medium). గాజుకంటె గాలి పలుచనియానము అనగా విరళయానము (Rarer Medium).

$\angle RON^1$ కోణము $\angle ION$ కోణముకంటె హెచ్చుగానుండును. కనుక గాజువంటి సాంద్రతరయానము నుండి, గాలివంటి విరళయానములోనికి కాంతికిరణము పయనించునప్పుడు వక్రీభవనకిరణము పతనబిందువువద్ద విభాగతల లంబమునకు దూరముగావంగును. వక్రీభవనకిరణమును బహిర్గతకిరణము (Emergent Ray) అనికూడ అందురు.

దిగువ పటములో IO కాంతికిరణము. విరళయాన



70-వ పటము పతనకోణము

మగు గాలినుండి సాంద్రతరయానము గాజులోనికి పయనించునప్పుడు 'O' వద్ద AB విభాగతలమునకు లంబమగు $\angle NON^1$ నకు దగ్గరగా వంగి OR కిరణమార్గము ననుసరించును.

$\angle ION$ కోణముకంటె $\angle RON^1$ కోణము చిన్నది. కనుక గాలివంటి విరణయానమునుండి గాజువంటి సాంద్రతర యానములోనికి కాంతికిరణము పయనించునప్పుడు వక్రీభవన కిరణము పతనబిందువువద్ద విభాగతల లంబమునకు దగ్గరగా వంగును.

పతనకిరణమునకును, వక్రీభవన కిరణమునకును గల మధ్యకోణము అతిక్రమణకోణము లేక దిశాభేదకోణము (Angle of deviation) అనబడును. అనగా పతనకిరణము వక్రీభవనము చెందునప్పుడు ఎన్ని డిగ్రీలు వంగునో తెలియ జేయు కోణమే దిశాభేదకోణము. కనుక పతన, వక్రీభవన కోణములకు గల భేదమే దిశాభేదకోణముగును.

వక్రీభవన సూత్రములు:—ప్రకాశవక్రీభవనము రెండు సూత్రములనుసరించి జరుగును.

I. పతనకిరణము, వక్రీభవనకిరణము, వక్రీభవనతలము నకు పతనబిందువువద్ద లంబము - ఈ మూడును ఒకే సమతల ములో నుండును.

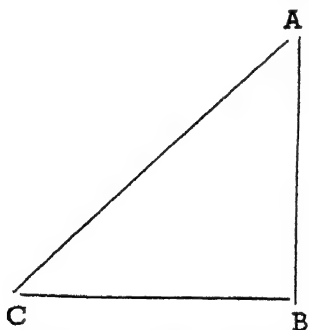
II. ఒక యానమునుండి వేరొకయానములోనికి కాంతి కిరణము పయనించునప్పుడు పతనకోణముయొక్క జ్యా (Sine) కును, వక్రీభవనకోణముయొక్క జ్యా (Sine) కును గల నిష్పత్తి యానమును బట్టియు, కాంతియొక్క వర్ణమును బట్టియు స్థిరముగా నుండును. ఆ నిష్పత్తి మొదటియానము

ననుసరించి రెండవయానముయొక్క వక్రీభవన గుణకము (Refractive Index) అగును. ఈ రెండవ సూత్రమును 'స్నెల్' సూత్రము (Snell's Law) లేక జ్యా సూత్రము (Law of Sine) అని కూడ అందురు.

$$\frac{\text{పతనకోణముయొక్క జ్యా}}{\text{వక్రీభవనకోణముయొక్క జ్యా}} = \text{వక్రీభవన గుణకము.}$$

$$\frac{\text{Sine } i}{\text{Sine } r} = \mu \text{ (స్థిరరాశి)}$$

ఒక కోణముయొక్క జ్యా (Sine) కనుగొనుటకు ఆ కోణము, ఒక లంబకోణ త్రిభుజములో ఒక కోణము



71-వ పటము ఒక కోణముయొక్క జ్యా ను కన్గొనుట.

కావలెను. ప్రక్క పటము లో $\angle A C B$ కోణముయొక్క జ్యా కనుగొనవలె ననుకొనుము. ఆ కోణముయొక్క ఒక భుజము $C A$ లో ఒకబిందువు

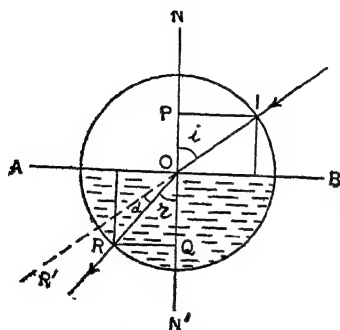
A నుండి రెండవ

భుజము $C B$ కి లంబముగా $A B$ గీసినచో $\angle A C B$ అను కోణము $A C B$ అను లంబకోణ త్రిభుజములో ఒక కోణ

మగును. అప్పుడు జ్యా $\text{Sine } \angle A C B = \frac{\text{ఎగుటిభుజము}}{\text{కొణము}} = \frac{A B}{A C}$

విష్పత్తికి సమానము.

ప్రక్క-పటములో AB గాజుతలమును సూచించు చున్నదనుకొనుము. IO అను కాంతికిరణము గాజుతలముపై 'O' వద్ద పతనమైన దనుకొనుము. ఆ కిరణము క్షుడ గాజులోనికి ప్రవేశించి, లంబమునకు దగ్గరగా వంగి OR దిశగా వక్రీభవించుచు. కనుక OR వక్రీభవనకిరణము. IO పతనకిరణము. AB గాజుతలమునకు 'O' వద్ద లంబమునకు 'O' వద్ద



72-వ పటము

గాజుతలమునందు పతన, వక్రీభవనకిరణములు నిర్ణయించుట

$\angle ION = \angle i =$ పతనకోణము; $\angle RON^1 = \angle r =$ వక్రీభవనకోణము.

గాజుతలము అచ్చట లేనిచో ఆ కిరణము OR¹ దిశగా పోవును. కనుక $\angle R^1OR = \angle i - \angle r =$ అతిక్రమణ కోణము $\angle d$. 'O' కేంద్రముతోను, ఏదో ఒక తగిన వ్యాసార్థముతోను ఒక వృత్తమును గీసినచో ఆ వృత్తము పతనకిరణమును 'I' వద్ద వక్రీభవనకిరణమును 'R' వద్ద ఖండించుచున్నదనుకొనుము. 'I' నుండి NON¹ నకు IP లంబమును, 'R' నుండి NON¹ నకు RQ లంబమును గీయవలెను. అప్పుడు

$$\begin{aligned} \frac{\text{Sine } i}{\text{Sine } r} &= \frac{IP}{OI} \div \frac{RQ}{OR} \\ &= \frac{IP}{OI} \times \frac{OR}{RQ} \quad \text{గాని } OI=OR \text{ (వ్యాసార్థములు).} \end{aligned}$$

$$\therefore \frac{\text{Sine } i}{\text{Sine } r} = \frac{I P}{R Q}$$

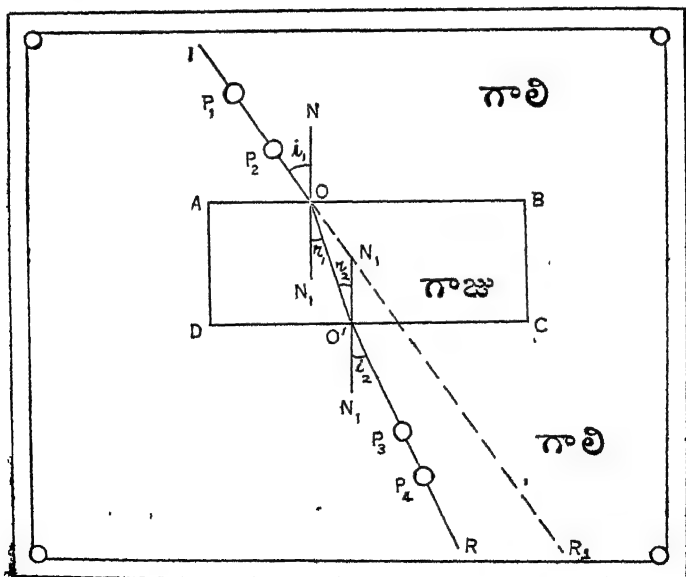
కనుక, $\frac{I P}{R Q} = \text{గాజుయొక్క వక్రీభవన గుణకము}$

గాజుయొక్క వక్రీభవన గుణకము = $\frac{3}{2} = 1.5$

నీటియొక్క వక్రీభవన గుణకము = $\frac{4}{3} = 1.33$

గాజుదిమ్మలో వక్రీభవన కిరణమార్గమును గుర్తించుట

ప్రయోగము:—ఒక డ్రాయింగు బోర్డునకు ఒక తెల్ల కాగితమును ముడుతలు లేకుండా డ్రాయింగు పిన్నులతో గుచ్చవలెను.



78-వ పటము గాజుదిమ్మలో వక్రీభవనకిరణమార్గమును గుర్తించుట

A B C D అను ఒక దీర్ఘ చతురస్రాకారపు గాజు దిమ్మను ఆ కాగితముపైని పటములో చూపిన రీతిని అమర్చి దానిచుట్టూ పెన్సిలుతో ఆకారమునుగీయవలెను (ABCD). A B తలమునకు వెనుకవైపున P_1, P_2 అను రెండు గుండు సూదులను సమాన ఎత్తులో నిలువుగా గ్రుచ్చవలెను. C D తలము వైపునుండి వాటి ప్రతిబింబములను చూచుచు వాటితో ఒకే సరళరేఖలో ఉండునట్లు పేరలేక్కు దోషము లేకుండ P_3, P_4 అను మరి రెండు గుండుసూదులను నిలువుగా గ్రుచ్చవలెను. తరువాత గాజుదిమ్మను తీసి, p_1, p_2, p_3, p_4 బిందువులను గుర్తించవలెను. P_1, P_2 కలిపి A B ని 'O' వద్ద ఖండించునట్లు పొడిగించవలెను. P_3, P_4 కలిపి C D ని 'O' వద్ద ఖండించునట్లు పొడిగించవలెను. O O₁ కలుపవలెను. 'O' వద్ద A B కి N O N₁ లంబమును, 'O' వద్ద C D కి N¹ O¹ N¹ లంబమును గీయవలెను. I O ను R¹ వరకు పొడిగించవలెను.

I O గాలిలో కిరణమార్గము. A B గాజు తలముపై 'O' వద్ద పతన కిరణము. O O¹ గాజులో వక్రీభవన కిరణమార్గము. O¹R గాలిలో బహిర్గత కిరణ మార్గము. $\angle I O N = \angle i_1$, $\angle R O^1 N^1 = \angle i_2$, $\angle N_1 O O^1 = \angle r_1$, $\angle N^1 O^1 O = \angle r_2$ కోణములను కొలువ వలెను.

గాలినుండి గాజులోనికి పోవునప్పుడు గాజులో వక్రీ భవనకిరణము లంబమునకు దగ్గరగా వంగును. గాజునుండి గాలిలోనికి పోవునప్పుడు బహిర్గతకిరణము లంబమునకు దూరముగా వంగును.

$$\angle i_1 = \angle i_2, \angle r_1 = \angle r_2 \text{ అగును.}$$

కనుక పతన కిరణము, బహిర్గతకిరణము ఈ రెండును ఒకదాని కొకటి సమానాంతరముగా నుండును.

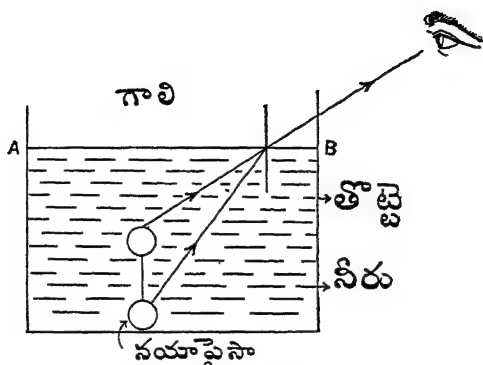
$$\frac{\text{Sine } \angle i_1}{\text{Sine } \angle r_1} = \frac{\text{Sine } \angle i_2}{\text{Sine } \angle r_2} = \text{గాఢ వక్రీభవన గుణకము.}$$

కనుక గాలిలో ప్రయాణము చేయుచున్న కాంతి కిరణము సమానాంతరతలములు గల ఒక గాఢదిమ్మయొక్క ఒక తలముపై పతనమై, గాఢదిమ్మలో వక్రీభవనము చెంది, రెండవ తలమునుండి బహిర్గత మగునప్పుడు స్థానచ్యుతిని (Displacement) పొందును గాని దిశాభేదమును పొందదని పై ప్రయోగమువలన తెలియును. ఇచ్చట మొత్తము దిశాభేదకోణము 0° . కనుకనే పతనకిరణము, బహిర్గతకిరణము ఒకదానికొకటి సమానాంతరముగా నుండును. ఈ రెండింటి మధ్యగల లంబదూరమును కొలిచినచో ఆ కొలత బహిర్గత కిరణము పొందిన స్థానచ్యుతిని తెలుపును.

నీటిలో వక్రీభవనము:—ఒక తొట్టెలో అడుగున ఒక నయాపైసా నాణెమును పెట్టి తొట్టెకు ఒక ప్రక్కగా నిలచి చూచినచో ఆ నాణెము కనబడదు. అప్పుడా తొట్టెనిండా నీరుపోసి మొదటివలెనే ప్రక్కకు నిలచి చూచినచో ఆ నాణెము కనబడును. ఆరీతిగా కనబడుటకు కారణము నీటిలో ప్రకాశ వక్రీభవనము జరుగుట.

ప్రక్కపటములో చూపబడినట్లు నీటిలో నయాపైసా నుండి బయలుదేరిన కాంతికిరణము A B నీటితలమువద్ద వక్రీభవనము చెంది గాలిలోనికి వంగుటవలన కంటికది కనబడును.

అనగా వక్రీభవన కిరణమార్గములో నయాపైసాయొక్క వక్రీభవన బింబము కనబడును. ఆ బింబము కొద్దిగా పెద్దది



74-వ పటము నీటిలో వక్రీభవనము గుర్తించుట.

గాను, మీదకు లేచినట్లును ఉండును. కనుక నీటిలో వస్తువులు గాలిలోనుండి చూచినవారికి పెద్దవిగాను, దిగ్గరగా ఉన్నట్లును కనబడును. అనగా సాంద్రతరయానములో నున్న వస్తువులు, విరళయానములో నున్నవారికి పెద్దవిగాను, దిగ్గరగాను ఉన్నట్లు కనబడును.

భూమిమీద నున్నవారికి ఆకాశమందు ఎగురుచున్న విమానము చిన్నదిగాను, దూరముగా నున్నట్లును కనబడును. దానికి కారణము ప్రకాశవక్రీభవనము. పైకి పోవుచున్నకొలది గాలి పలుచబడును. కనుక భూమిమీద గాలి సాంద్రతరయానము, ఆకాశమునందుగల గాలి విరళయానము. అందుచే సాంద్రతరయానములో నున్నవారికి విరళయానమందలి వస్తువులు చిన్నవిగాను, దూరముగా నున్నట్లును కనబడును.

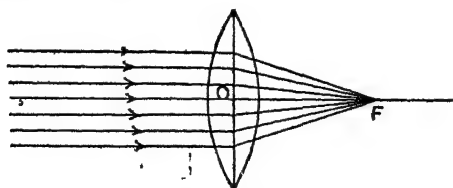
20. క ట క ము లు (Lenses)

రెండు వక్రీభవన తలములచే ఆవరింపబడి అందొకటి యైనను వట్టుతలముగానున్న కిరణభేద్యమానకమునకు కటక మనిపేరు. కటకములలో అనేక రకములు కలవు. సామాన్య ముగా కటకములను రెండు ముఖ్యమైన తరగతులుగా విభాగింపవచ్చును. (1) కేంద్రీకరణ కటకము (Convergent lens) (2) విముఖీకరణకటకము (Divergent Lens). కేంద్రీకరణ కటకముపై పడిన సమానాంతర కాంతి కిరణ పుంజము వక్రీభవనముచేంది ఒక బిందువువద్దకు కేంద్రీకరింప బడును. వీని తలములలో ఒకటియైనను కుంభాకారముగ నుండును. కనుక వీనిని కుంభాకార కటకములు లేదా ఉన్నతోదర కటకములు (Convex Lenses) అందురు. కుంభకటకములలో రెండు వక్రీభవన తలములు ఉబ్బెత్తుగా నున్న వానిని ద్వికుంభకటకములు (Double or Bi-convex Lenses) అందురు.

విముఖీకరణ కటకములపై పడిన కాంతి కిరణములు వక్రీభవనము చేందినతరువాత ఒక బిందువువద్దకు కేంద్రీక రింపబడక ఒక బిందువునుండి విముఖమగునట్లు కనబడును. ఇట్టి కటకములయొక్క రెండు తలములలో ఒకటియైనను పుటాకారముగ నుండును. కనుక వానిని పుటాకార కటక ములు లేక నతోదర కటకములు (Concave lenses) అందురు. వాటియొక్క రెండు తలములు లోతుగా నున్నచో అట్టి కటకములను ద్విపుటకటకములు (Double or Bi-concave lenses) అందురు.

కటకముయొక్క మధ్య బిందువును కటకనాభి (Optic Centre) అందురు. ప్రతి కటకమునకును రెండు వక్రీభవన తలము లుండును. ఆ రెండును గోళాకారపు పారదర్శక పదార్థముల భాగములైనచో అవి ఏ గోళముల యొక్క భాగములై యుండునో ఆ గోళముల కేంద్రములను ఆ కటకముయొక్క వక్రకేంద్రములు (Centres of Curvature) అందురు. ఆ రెండు వక్రకేంద్రములను కలుపు సరళరేఖకు ముఖ్యాక్ష (Principal Axis) అనిపేరు.

ఒక సన్నని సమాంతరకిరణ పుంజము ముఖ్యాక్షకు సమాంతరముగా ఒక ద్వికంభకటకము మధ్యను పతనమై వక్రీభవనము చెందినతరువాత ముఖ్యాక్షలో ఒకస్థిరబిందువు గుండా పోవును. ఆ స్థిరబిందువు ఆ కటకముయొక్క ప్రధాన కేంద్రము (Principal Focus) అనబడును. ప్రధానకేంద్రము నకును, కటకనాభికిని గల దూరము ఆ కటకముయొక్క నాభ్యాంతర దూరము లేక కేంద్రాంతరదూరము (Focal length) అనబడును.



75-వ పటము

ద్వికంభాకారకటకము.

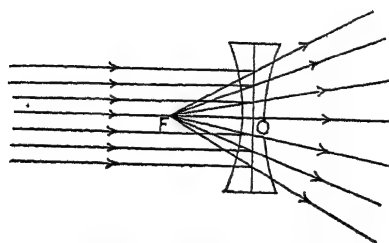
O = కటకనాభి (Optic Centre)

F = ప్రధానకేంద్రము (Principal Focus)

O F = కేంద్రాంతర దూరము (Focal length)

ఒక ద్వికుంభకటకమును సూర్యునికిరణముల కెదురుగా పట్టుకొని దాని వెనుక వైపున ఒక కాగితమును లేక దూదిని కాలునట్లు అమర్చినచో కాలుచున్న బిందువు ముఖ్యకేంద్రమగును. ఆ బిందువునుండి కటకమధ్యబిందువునకుగల దూరమును కొలిచినచో ఆ దూరము ఆ కటకముయొక్క కేంద్రాంతర దూరమగును.

ఒక సన్నని సమాంతరకిరణపుంజము ముఖ్యాక్షకు సమాంతరముగా ఒక ద్విపుటకటకము మధ్యను పతనమై



76-వ పటము, ద్విపుటకారకటకము.

F = ప్రధానకేంద్రము.

O = కటకనాభి.

O F = కేంద్రాంతరదూరము.

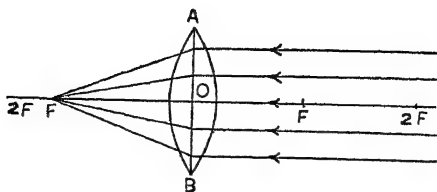
వక్రీభవనము చెందిన తరువాత ముఖ్యాక్షలో ఒక బిందువునుండి విముఖమగుచున్నట్లుకనబడును. ఆ బిందువు ఆ పుటాకార కటకముయొక్క ముఖ్యకేంద్రము. ఆ బిందువునకును, కటకనాభికిని గల దూరము ఆ కటకముయొక్క కేంద్రాంతర దూరమగును.

ద్వికుంభకటకములో ప్రతిబింబములు

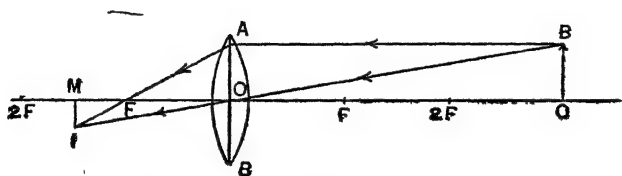
ద్వికుంభకటకము నొకదానిని స్టాండునకమర్చి బల్లపై నిట్టనిలువుగా నుంచవలెను. కటకమునకు మందర దూరముగా క్రొవ్వువత్తిదీపముచే కాంతివంతముగా చేయబడిన తీగవలను క్షతకమునకు సమానయెత్తులో స్టాండునకు అమర్చి

దానినే వస్తువుగా పరిగణింపవలెను. కటకము వెనుక వైపున ఒకతెరను అమర్చి వస్తువుయొక్క స్ఫుటమైన బింబము తెరమీద పడునట్లు తెరను సర్దవలెను. కటకమునుండి వస్తు దూరమును, తెరమీద బింబదూరమును కొలిచి బింబము యొక్క స్వభావమును పరిశీలించవలెను. ఈ విధముగా వస్తువుయొక్క దూరములను మార్చుచు బింబముయొక్క లక్షణములను పరీక్షించినచో క్రిందిపట్టికలో నీయబడినట్లు గమనింపవచ్చును.

వరుస సంఖ్య.	వస్తువు యొక్క స్థానము	ప్రతిబింబము యొక్క స్థానము	ప్రతిబింబముయొక్క లక్షణములు		
			యథార్థ బింబమా మిథ్యాబింబమా	పరిమాణము	నిలువ తలక్రమణము
1.	ఆనంత దూరము	ప్రధాననాభి లేక ప్రధాన కేంద్రమువద్ద	యథార్థ బింబము	బిందు వంత చిన్నది	—
2.	2 F నకు ఆవతల	F నకును 2 F నకును నడుమ	యథార్థ బింబము	చిన్నది	తలక్రిందులు
3.	2 F వద్ద	2 F వద్ద	యథార్థ బింబము	సమాన పరిమాణము	తలక్రిందులు
4.	F నకు 2 F నకు నడుమ	2 F నకు ఆవతల	యథార్థ బింబము	పెద్దది	తలక్రిందులు
5.	F వద్ద	ఆనంత దూరము వద్ద	యథార్థ బింబము	చాలా పెద్దది	—
6.	F నకు కటకమునకు నడుమ	వస్తువున్న వైపునే	మిథ్యాబింబము	పెద్దది	నిలువు

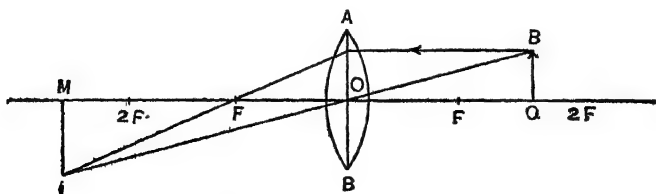


వస్తువు అనంతదూరములో నున్నప్పుడు సమాంతరకిరణ పుంజుకా కటకముపైపడి వక్రీభవనము చెంది బిందువంత చిన్న బింబము F వద్ద కటకమునకు వెనుక వైపు ఏర్పడును.



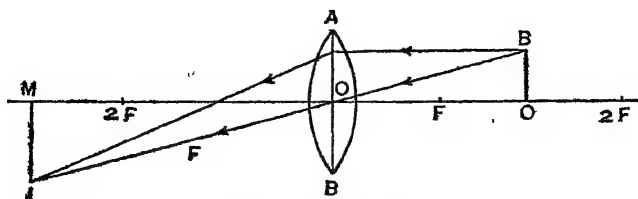
OB - వస్తువు $2F$ నకు అవతల.

IM - బింబము, చిన్నది, తలక్రిందులు, యథార్థబింబము.



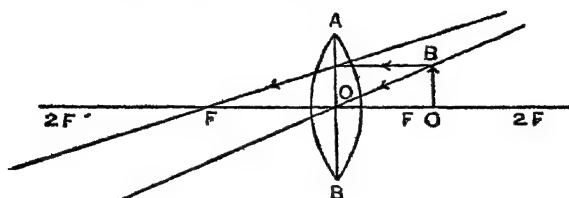
OB - వస్తువు $2F$ వద్ద.

IM - బింబము కటకమునకు వెనుక, $2F$ వద్ద సమానపరిమాణము, తలక్రిందులు యథార్థబింబము,

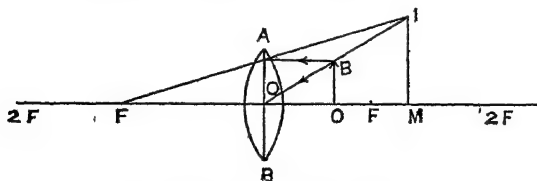


OB - వస్తువు F నకు $2F$ నకు నడుమ.

IM - బింబము, కటకము వెనుకవైపు $2F$ నకు అవతలి పెద్దది, తలక్రిందులు, యథార్థబింబము.



OB - వస్తువు F వద్ద కిరణములు వక్రీభవనముచెందిన తరువాత సమానాంతరముగా పోవును. కనుక చాలా పెద్దబింబము అనంత దూరములో ఏర్పడును.



OB - వస్తువు F నకు కటకమునకు నడుమ.

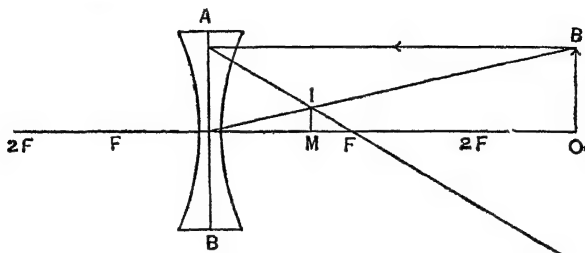
IM - బింబము, వస్తువున్న వైపు.

మిథ్యాబింబము, పెద్దది నిలువు.

77-వ పటము

ద్వీకరంభకటకములోని ప్రతిబింబములు.

పుటాకార కటకములో వస్తువును ఎచ్చట అమర్చినను, బింబ మెల్లప్పుడు చిన్నది, నిలువు, మిథ్యా బింబముగానే కనబడును.



78-వ పటము

పుటాకారకటకము - అందలి వస్తువుయొక్క ప్రతిబింబము.

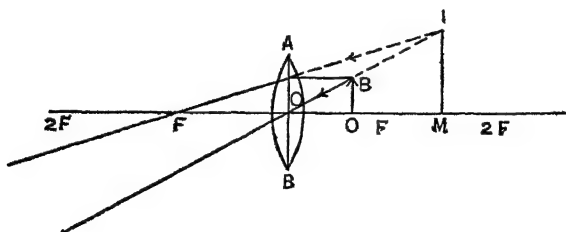
OB - వస్తువు

IM - బింబము వస్తువున్నవైపు చిన్నది, నిలువు, మిథ్యాబింబము.

కటకములయొక్క ఉపయోగములు:— కుంభాకార కటకములను సామాన్య సూక్ష్మదర్శినులుగాను, ఫోటోగ్రాఫిక్ కెమేరాలో ఫోకసింగు లెన్సులుగాను, ప్రాజెక్టరులో ప్రాజెక్టింగు లెన్సులుగాను ఉపయోగించుదురు. మరియు సంయుక్త సూక్ష్మదర్శినిలోను, దూరదర్శినిలోను కూడ ఉపయోగించుదురు. దూరదృష్టి లోపమును సవరించుటకు కుంభకటక సులోచనములు ఉపయోగపడును.

పుటాకారకటకములను గెలీలియో టెలిస్కోపులో కంటికటకములుగా ఉపయోగించుదురు. మరియు హ్రస్వ దృష్టి లోపమును సవరించుటకు పుటకటక సులోచనములు ఉపయోగపడును.

సామాన్య సూక్ష్మదర్శిని (Simple Microscope):—
 ద్వికుంభకటకము నొకదానిని కంటివద్ద పెట్టుకొని దగ్గరగా
 నున్న చిన్న వస్తువులను చూచినచో అవి పెద్దవిగా కనబడును.
 దానితో చిన్న అక్షరములనుగూడ చూచి చదవగలుగు
 దుము. అట్టి కటకమునే పఠనకటకము (Reading lens) లేక
 సామాన్య సూక్ష్మదర్శిని అందురు. ఒక ద్వికుంభకటకము
 యొక్క ప్రధాననాభికి లోపల వస్తువుండునట్లు ఆ కటకమును
 కంటికమర్చి చూచినచో వస్తువుయొక్క నిట్టనిలువైన పెద్ద
 మిథ్యాబింబము కనబడును. ఈ ధర్మము ననుసరించియే
 ద్వికుంభ కటకములను సామాన్య సూక్ష్మదర్శినులుగా
 ఉపయోగింతురు.



79-వ పటము

సామాన్య సూక్ష్మదర్శినిలో వస్తువుయొక్క ప్రతిబింబము

OB - వస్తువు

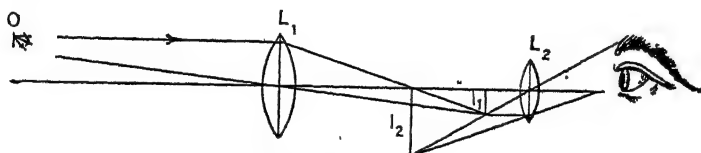
F నకు, కటకమునకు నడుమ

IM-నిలువైన, పెద్దమిథ్యాబింబము

సంయుక్త సూక్ష్మదర్శిని (Compound Microscope):-

దగ్గరనున్న అతి సూక్ష్మవస్తువులను అతి పెద్దవిగా
 చూడగలుగుటకు సంయుక్తసూక్ష్మదర్శిని ఉపయోగపడును.

డానిలో స్వల్ప కేంద్రాంతరదూరముగల ద్వికుంభకటకము లుండును. వీటిలో చిన్న కేంద్రాంతరదూరముగల ద్వికుంభ కటకము వస్తుకటకము (Object glass) గాను, పెద్ద కేంద్రాంతరదూరముగల ద్వికుంభకటకము కంటికటకము (Eye Lens) గాను ఉండును. వస్తుకటకముయొక్క F నకు కొద్దిగా అవతల అనగా F నకు $2F$ నకు నడుమ వస్తు వుండునట్లు అమర్చవలెను. వస్తుకటకమువలన తలక్రిందులైన పెద్ద నిజబింబము ఏర్పడును. ఈ బింబము కంటి కటకము యొక్క F నకు లోపలపడునట్లు కంటికటకమును సర్దువలెను. కంటికటకమువలన ఈ బింబము పెద్దదిగాచేయబడి కంటికి కనబడును. అసలు వస్తువునుబట్టి అది తలక్రిందులుగా నుండును.



80-వ పటము

సంయుక్త నూత్నదర్శిని అందలి వస్తువుయొక్క ప్రతిబింబము.

L_1 = చిన్న కేంద్రాంతర దూరముగల ద్వికుంభకటకము (వస్తుకటకము)

L_2 = పెద్ద కేంద్రాంతర దూరముగల ద్వికుంభకటకము (కంటికటకము)

O = వస్తువు.

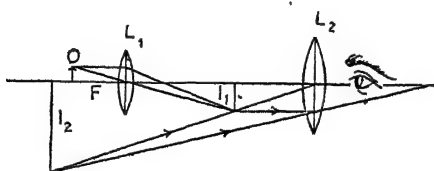
I_1 = వస్తుకటకమువలన కలిగిన తలక్రిందులైన పెద్ద నిజబింబము అది కంటికటకమునకు వస్తువు అగును.

I_2 = కంటికటకమువలన కలిగిన పెద్ద మిథ్యాబింబము. కంటికి కనబడును. అసలు వస్తువునుబట్టి తలక్రిందులుగా నుండును. కాని I_1 లో నిలబడును.

దూరదర్శిని (Telescope)

దూరపువస్తువులను మామూలు కంటితో చూచినవాని కంటె పెద్దవిగా చూడగలుగుటకు దూరదర్శిని ఉపయోగ పడును. ఖగోళ దూరదర్శిని (Astronomical Telescope), భౌమదూరదర్శిని (Terrestrial Telescope) అను రెండు రకముల దూరదర్శినులు కలవు. ఖగోళ దూరదర్శినితో సాధారణముగా నక్షత్రములు, చంద్రుడు మొదలైన వాటిని పెద్దవిగా చూడగలుగుదుము. దృగ్గోళశాలలలో (Observatories) ఖగోళ దూరదర్శిను లుండును. ఖగోళ దూరదర్శినితో చూచినచో వస్తువుల ప్రతిబింబములు తలక్రిందులుగా కనబడును. కాని నక్షత్రములు, చంద్రుడు మొదలైనవి గుండ్రముగా నుండుటచే వాటిబింబములు తలక్రిందులైనను గుండ్రముగానే కనబడును. భౌమ దూరదర్శినులలో బింబములు నిలువుగా కనబడుటకు ఏర్పాటుండును. ఒకరకపు భౌమదూరదర్శినిలో ద్విపుటాకార కటకము కంటి కటకముగా ఉపయోగపడును. దానివలన బింబములు నిలువుగా కనబడును. అట్టి భౌమదూర దర్శినిని గెలీలియో టెలిస్కోపు అందురు. రెండు గెలీలియో టెలిస్కోపులు జంటచేయబడిన పరికరమును బైనాక్యులర్సు అందురు. గుఱ్ఱపు పందెములను, క్రికెట్టు ఆటలను, ఇతర ఆటల పోటీలను, నాటక ప్రదర్శనములను చూచుటకు బైనాక్యులర్సు ఉపయోగపడును. దానినే ఒపేరాగ్లాసు అని కూడ అందురు.

ఖగోళ దూరదర్శినిలో పెద్ద కేంద్రాంతర దూరముగల ద్వికుంభ కటకము వస్తుకటకముగాను, చిన్న కేంద్రాంతర దూరముగల ద్వికుంభ కటకము కంటి కటకముగాను ఉండును. వస్తుకటకము దూరపు వస్తువున కెదురుగా నుండునట్లు దూర దర్శినిని అమర్చినచో వస్తుకటకమువలన తలక్రిందులైన చిన్న నిజబింబ మేర్పడును. ఆ బింబము కంటి కటకమునకు వస్తువు అగును. కంటి కటకముయొక్క F నకు కొద్దిగా లోపల ఆ బింబ మేర్పడునట్లు కంటికటకమును సరి చూచినచో పెద్ద మిథ్యాబింబము కనబడును. అసలు వస్తువునుబట్టి అది చిన్నది, తలక్రిందులుగా నుండును. కాని మామూలు కంటితో చూచినదానికంటె పెద్దదిగా కనబడును.



81-వ పటము ఖగోళదూరదర్శిని - అందు వస్తువుయొక్క ప్రతిబింబము.

O = దూరపు వస్తువు.

L_1 = పెద్ద కేంద్రాంతర దూరముగల ద్వికుంభకటకము (వస్తుకటకము)

L_2 = చిన్న కేంద్రాంతర దూరముగల ద్వికుంభకటకము (కంటికటకము)

I_1 = వస్తుకటకమువలన కలిగిన చిన్న తలక్రిందులైన నిజబింబము. కంటి కటకమున కది వస్తువు.

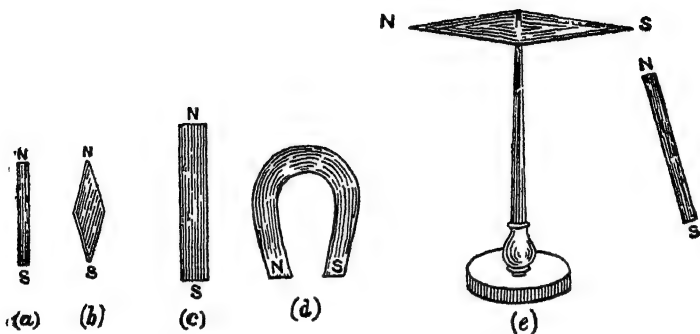
I_2 = కంటి కటకమువలన కలిగిన పెద్ద, మిథ్యాబింబము కంటికి కనబడును. అసలు వస్తువునుబట్టి అది చిన్నది, తలక్రిందులు. కాని మామూలు కంటితో చూచినదానికంటె పెద్దదిగా కనబడును.

21. అయస్కాంతత్వము (Magnetism)

ఆసియా మైనరులో మెగ్నీషియా రాష్ట్రమందు దొరకిన ఒక రకపు ఇనుప ఖనిజమునకు ఇనుమును ఆకర్షించు గుణము కలదని చాలా ప్రాచీన కాలములోనే కనుగొనబడెను. ఆ ధర్మము ననుసరించి ఆ ఇనుపఖనిజమునకు అయస్కాంత మనుపేరువచ్చెను. మెగ్నీషియా రాష్ట్రములో మొదట కనుగొనబడుటచే దానికి 'మేగ్నెట్' (Magnet) అనియు, దాని స్వభావమునకు 'మేగ్నెటిజమ్' (Magnetism) అనియు పేరులు వచ్చెను. ఇనుమును ఆకర్షించు ప్రతివస్తువును అయస్కాంత మందురు. ఇనుమును మాత్రమేగాక ఉక్కు, కోబాల్టు, నికెలు అను పదార్థములను గూడ అయస్కాంత మాకర్షించును. అయస్కాంతముచే ఆకర్షింపబడు పదార్థములను అయస్కాంత పదార్థములు (Magnetic substances) అందురు. ఇనుము, ఉక్కు, కోబాల్టు, నికెలు అయస్కాంత పదార్థములు. అయస్కాంతముచే ఆకర్షింపబడనివి అనయస్కాంత పదార్థములు (Non magnetic substances) అనబడును. గాఢ, కఱ్ఱ, కాగితము మొదలైనవి అనయస్కాంత పదార్థములు.

అయస్కాంత లక్షణములను కలిగియున్న ఇనుప ఖనిజములు ప్రకృతిలో దొరకును. కనుకవాటిని స్వాభావికపు అయస్కాంతములు (Natural magnets) అందురు. వాటికి నియమితమైన ఆకారముండదు. ఒక ఉక్కుకాడ మీద,

ఒక కొననుండి రెండవ కొనవరకు ఒకే దిక్కుగా స్వాభావికాయస్కాంతమును పెట్టి అనేకసారులు రాసి విడచినచో ఆ ఉక్కు కాడకు అయస్కాంత లక్షణములు కలుగును. ఇట్టి



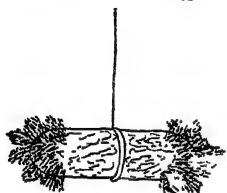
82-వ పటము అయస్కాంతముల రకములు

- (a) స్థూపాకారపు అయస్కాంతము
- (b) చతురాకారపు అయస్కాంతము
- (c) దీర్ఘచతురస్రాకారపు అయస్కాంతము
- (d) గుట్టపు నాళాకారపు అయస్కాంతము
- (e) సూచీ అయస్కాంతము

అయస్కాంతములను కృత్రిమ అయస్కాంతములు (Artificial magnets) అందురు. కృత్రిమ అయస్కాంతములను వేరు వేరు ఆకారములలో తయారు చేయదురు.

అయస్కాంత ధర్మములు

(1) ఆకర్షక ధర్మము (Attractive property):- ఇనుము, ఉక్కు, కోబాల్టు, నికెలువంటి పదార్థములను అయస్కాంత



83-వ పటము

దండఅయస్కాంతము
ఇనుపరజనును ఆకర్షించుట.

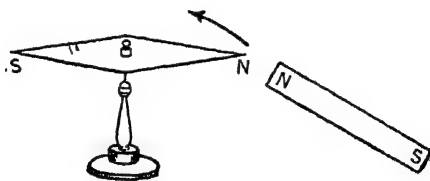
మాకర్షించును. ఒక దండ అయస్కాంతమును ఇనుపరజనులో పార్శ్వించి తీసినచో దాని కొనలకు ఇనుపరజను కుచ్చులుగా అంటుకొనును. మధ్యభాగమునందు ఇనుపరజను అంతగా అంటుకొనదు. ఎక్కువగా ఇనుపరజను ఆకర్షింపబడిన అయస్కాంతపు కొనలకు ధ్రువము

లని పేరు. ప్రతి అయస్కాంతమునకు రెండు ధ్రువము లుండును.

(2) మార్గదర్శకధర్మము (Directive property) :- ఒక దండ అయస్కాంతమును పురిలేని దారముతో వ్రేలాడదీసినచో ఒకకొన ఉత్తరదిశను, రెండవకొన దక్షిణదిశను చూపుచు అమరుకొనును. ఉత్తరదిశను చూపుకొన ఉత్తర ధ్రువమనబడును. దక్షిణదిశను చూపుకొన దక్షిణధ్రువ మనబడును. అదేరీతిని ఒక అయస్కాంతసూచిని మల్లుపై నిలబెట్టి భూమికి సమాంతరతలములో స్వేచ్ఛగా తిరుగునట్లుచేసినచో అది ఉత్తరదక్షిణదిశగా నిలచును. అయస్కాంతముయొక్క ఈ దిక్కులుచూపు లక్షణమును మార్గదర్శకధర్మము అందురు. ఒక అయస్కాంత మీరీతిగా ఉత్తరదక్షిణదిశలను చూపుచు అమరుకొనుటకు కారణము భూమి ఒక

పెద్ద అయస్కాంతమని తెలుసుకొనవలెను. ఇనుపఖనిజముగు స్వాభావికపు అయస్కాంతమునకుమాడ మాగ్నెటిక్ లక్షణమున్నదని ప్రాచీనకాలములోనే తెలుసుకొని దానికి దిగ్దర్శకము (Load Stone) అని పేరుపెట్టిరి.

(3) అయస్కాంత ద్రవముల న్యాయము (Law of magnetic polarity):-సూదిమొనపై నిలబెట్టబడిన అయస్కాంత సూచికయొక్క ఉత్తరధ్రువమువద్ద ఒక దండ అయస్కాంతపు ఉత్తరధ్రువమును పెట్టినచో సూచికయొక్క ఉత్తరధ్రువపుకొన దండ అయస్కాంతపు ఉత్తర ధ్రువమునుండి విముఖమగును. అనగా వికర్షణము (Repulsion) కనబడును. ఆ సూచికయొక్క ఉత్తరధ్రువమువద్ద దండఅయస్కాంతపు దక్షిణ ధ్రువమును పెట్టినచో ఒకదానినొకటి ఆకర్షించుకొనును.



81-వ పటము

సూచీఅయస్కాంతము దండఅయస్కాంతమును ఆకర్షించుట

శనుక సహాయ ధ్రువములు పరస్పరము వికర్షించుకొనుటయు, విజాతీయధ్రువములు పరస్పరము ఆకర్షించుకొనుటయు అయస్కాంత ధ్రువముల న్యాయము. వికర్షణయే (Repulsion) అయస్కాంతత్వమునకు నిజమైన శోధన.

(4) అయస్కాంత ప్రేరణము (Magnetic Induction)-

ఒక దండ అయస్కాంతమును నిలువుగా అమర్చి దాని అడుగుకొనవరకు ఒక ఇనుపమేకును తెచ్చినచో



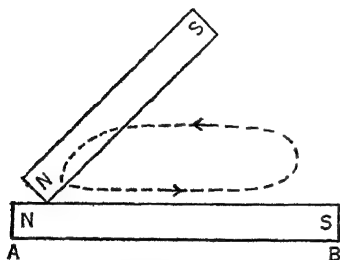
రిఫ-వ పటము

దండఅయస్కాంతము
మేకును ఆకర్షించుట

ఆ ఇనుపమేకు ఆకర్షింపబడి వ్రేలాడును. ఈ మేకుయొక్క కొనవద్ద మరియొక మేకును తెచ్చినచో మొదటి మేకుచే రెండవ మేకు ఆకర్షింపబడి వ్రేలాడును. ఈ రీతిగా కొన్ని మేకుల గొలుసును ఏర్పరచ వచ్చును. మేకులు స్వతహాగా అయస్కాంతములు కావుకాని దండ అయస్కాంతముయొక్క సంపర్కము వలన ఆకర్షక లక్షణమును పొందినవి. ఈ రీతిగా అయస్కాంత లక్షణమును పొందజేయుటకు అయస్కాంత ప్రేరణము అనిపేరు. అయస్కాంత సంప

ర్కము పోగానే మేకులుకూడ ఆకర్షకలక్షణమును పోగొట్టుకొనును. గాఢసంపర్కముతో అయస్కాంత ప్రేరణము గావించి ఉక్కును క్కలను అయస్కాంతములుగ చేయవచ్చును. ఒక ఉక్కుకాడను ఒక అయస్కాంతధ్రువముతో, ఒక కొననుండి రెండవకొనకు గాఢసంపర్కము (స్పర్శ) తో అనేకసారులు లాగివిడచినచో ఆ ఉక్కుకాడ అయస్కాంత ప్రేరణమువలన అయస్కాంతమగును. ఏ ధ్రువముతో ఒక కొనవద్ద సంపర్కము గావించుమో ఆ కొనయందు సజాతి ధ్రువము, రెండవకొనయందు విజాతి ధ్రువము ఏర్పడును.

మెత్తని ఇనుమునకు ధారణశక్తిలేదు. కనుక అయస్కాంతత్వమును అది వేగముగా పొందునుకాని వేగముగా



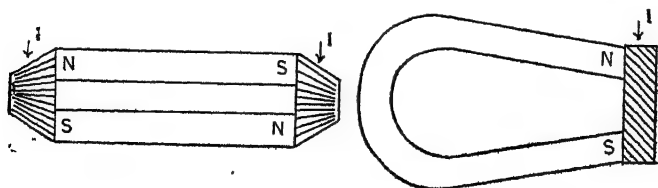
AB — ఉక్కుకాడ.

NS — దండఅయస్కాంతము

86-వ పటము

ఉక్కుకాడను అయస్కాంతముగా మార్చుట.

గోల్డ్స్ట్రోమ. అస్థిరఅయస్కాంతములు (విద్యుదయస్కాంతములు) తయారుచేయుటకు మెత్తని ఇనుము ఉపయోగపడును. ఉక్కునకు ధారణశక్తిలేదు. కనుక అస్థిరఅయస్కాంతములు తయారుచేయుటకు ఉక్కు ఉపయోగపడును. అయస్కాంతములను నేడు విద్యుత్తునుపయోగించి చేయుచున్నారు. ఇనుము, ఉక్కు, కోబాల్టు, నికెలుకలసిన



87-వ పటము కవచములవల్ల జాగ్రత్తపరచిన

అయస్కాంతములు (I, I, I) ఆకర్షించు.

మిశ్రమలోహమగు ఆల్నికో (Alnico) ఉపయోగించి బలమైన స్థిర అయస్కాంతములను నేడు తయారుచేయుచున్నారు.

వేడిచేయుటవలన, సుత్తితో కొట్టుటవలన, అజాగ్రతగా ఉపయోగించుటవలన అయస్కాంతత్వము త్వరలో పోవును. కనుక అయస్కాంతములను భద్రపరచి ఉంచవలెను. అట్లుంచుటకు కవచము (Keeper) అనబడు చిన్న ఇనుపముక్కలు అయస్కాంతధ్రువముల కంటియుంచబడును.

22. విద్యుచ్ఛక్తి (Electricity)

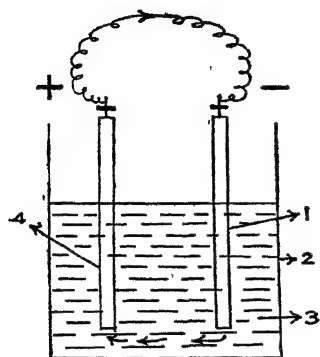
ద్రవ్యములో పరమాణువునందు న్యూక్లియస్ చుట్టూ కక్షలో ఋణావేశపు విద్యుచ్ఛక్తి ఖండములగు ఎలక్ట్రాన్లు పరిభ్రమించుచుండునని నేర్చుకొనియున్నారు. ఆ ఎలక్ట్రాన్లకు ఒడుదుడుకు సంభవించినచో నవి ఒకచోటునుండి వేరొకచోటునకు ప్రవహించును. అట్టి ఎలక్ట్రాన్లయొక్క నిరంతర ప్రవాహమే విద్యుత్ ప్రవాహమని చెప్పుదురు. పెల్లాకుతో చేయబడిన ఫోన్ టెన్ పెన్ గొట్టపుకొననుకాని లేక దువ్వెననుకాని బుట్టుమీద వెట్టి గట్టిగా రాపిడి కలిగించినతరువాత చిన్న చిన్న కాగితపుముక్కల నది ఆకర్షించును. దానికి కారణము విద్యుచ్ఛక్తి. ఇచ్చట విద్యుచ్ఛక్తి ఘర్షణవలన స్థానికముగా ఏర్పడినదని చెప్పవచ్చును.

విద్యుత్తు ప్రవాహాశక్తిని కనుగొనుటకు మొదట గేల్వేన్ లిను విజ్ఞుడు కారణమని చెప్పవలెను. చచ్చిన కప్పయొక్క

కాలిని లోహపుకాడలతో తాకినప్పుడు ఆ కాలియందలి కండరములు ముడుచుకొనుటను అతడు గమనించి ప్రకటించెను. అట్లు ముడుచుకొనుటకు కారణము విద్యుచ్ఛక్తియని మనకిప్పుడు తెలియుచున్నది. గేల్వనీ ప్రకటన చేసిన ప్రయోగమును పురస్కరించుకొని వాల్టా అను ఇటలీ దేశపు విజ్ఞుడు విద్యుద్ఘటమును నిర్మించి విద్యుత్తు ప్రవాహమును పుట్టింపగలిగెను. ఆ ఘటమునకు సామాన్య వాల్టాఘటము (Simple Voltaic Cell) అని పేరు.

సామాన్య వాల్టాఘటములో ఒక గాఢపాత్రయందు జైల్యూటు సల్ఫ్యూరికామ్లములో ఒకదానికొకటితగులకుండా కొంతవరకు మునుగుచు ఒక రాగిరేకు, ఒక జింకురేకు అమర్చబడియుండును. ఆ రెండు రేకులను విద్యుత్ ద్రవములు లేక ద్వారములు (Electrodes) అందురు. జైల్యూటు సల్ఫ్యూరికామ్లమును విద్యుత్ ప్రేరేపక ద్రవము (Exciting liquid) అందురు. ఇట్లే ప్రతి విద్యుద్ఘటములోను రెండు భిన్నపదార్థములయొక్క రేకులు విద్యుత్తుద్వారములుగాను, ఒకద్రవము విద్యుత్తు ప్రేరేపకముగాను ఉండును. సామాన్య వాల్టాఘటములోగల రాగిరేకు, జింకురేకు వైకొవలను రక్షితరాగితీగతో కలిపినచో ఆ తీగగుండా రాగిరేకు నుండి జింకురేకులోనికి విద్యుత్తు ప్రవహించును. అనగా ఎలక్ట్రాన్ల ప్రవాహమేర్పడును. ఎలక్ట్రాన్లనుగోల్పోయిన రాగిరేకును ధనధ్రువము లేక ప్లస్ (+) అందురు. ఎలక్ట్రాన్లను పొందిన జింకురేకును ఋణధ్రువము లేక మైనస్ (-) అందురు. ఘటములోపల ద్రవముగుండా విద్యుత్తు జింకు నుండి రాగిలోనికి ప్రవహించును. రెండు ధ్రువముల వైకొవ

అను రక్షిత రాగితీగతో కలిపినచో విద్యుత్తువలయము (Electric circuit) పూర్తికాబడి విద్యుత్తు ప్రవహించును. తీగతో కలపనిచో దానిని ఖండితవలయ (Open circuit)



83-వ పటము వాల్టాఘటమాల.

1. జింకురేకు 2. గాఢాపాత్ర
3. డైల్యూట్డ్ సల్ఫ్యూరిక్ ఆమ్లము
4. రాగిరేకు.

మనబడును. వాల్టాఘటమందు జింకురేకు డైల్యూట్డ్ సల్ఫ్యూరిక్ ఆమ్లములో కరుగు చున్నప్పుడు మాత్రమే రసాయనిక శక్తివలన విద్యుత్ చక్ర వచ్చును. విద్యుత్తు పీడన శక్తిలో భేదమే (Potential difference) విద్యుచ్ఛాలక బలము (Electromotive force) కాగా విద్యుత్తు రాగి నుండి జింకులోనికి తీగగుండా వైని ప్రవహించును. షీతిడ సమాంతరతలములో స్వేచ్ఛగా

తిరుగుటకు వీలుగా నమర్చబడిన అయస్కాంతపు సూచికపై విద్యుద్ధటముయొక్క ధ్రువములను కలుపుచున్న రాగితీగెను కొంచెము ఎత్తులో అమర్చినచో అయస్కాంతపు ముల్లు తిరుగును. ముల్లు తిరిగినచో తీగయందు విద్యుత్తు ప్రవహించుచున్నదని గ్రహింపవలెను. ముల్లు తిరగనిచో తీగలో విద్యుత్తు ప్రవహించుటలేదని తెలియును.

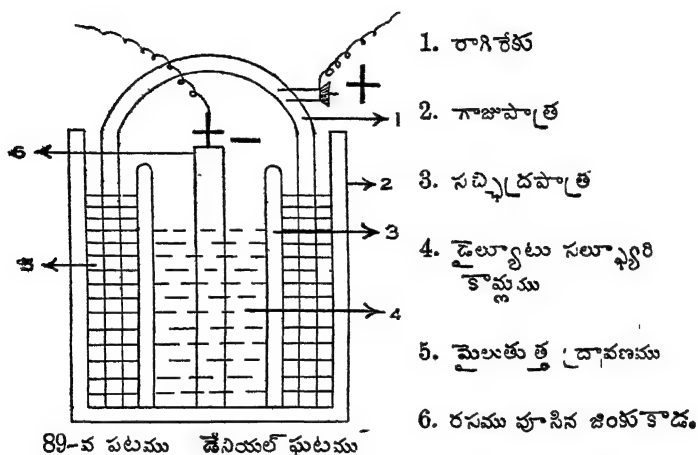
సామాన్య వాల్టా ఘటమునందు లోపములు:— దీనిలో రెండు లోపములు గలవు. (1) ధ్రువకరణము (Polarization) (2) స్థానిక చర్య (Local Action).

(1) ద్రువకరణము:—డైల్యూటు సల్ఫ్యూరికామ్లములో జింకురేకు కరుగుచున్నప్పుడు ఘట్టిన ఉదజనివాయువు రాగిరేకుపై నిలచియుండుటచే వ్యతిరేకవిద్యుచ్ఛాపక బలము (Back electromotive force) ఏర్పడి పైతీగలలో విద్యుత్ ప్రవాహము ఊగించును. ఇట్టి లోపమును ద్రువకరణము లేక పోలరైజేషను అందురు. దానిని పోగొట్టుటకు ఉదజనిని సీరుగా ఆక్సికరణము చేయు ఒక ఆక్సికరణ పదార్థమును (Oxidising Agent) ఉపయోగించవలెను. దానిని 'డీపోలరైజరు' అందురు.

(2) స్థానికచర్య:—బజారు జింకులో సాధారణముగా కర్బనము, ఇనుము మాలిన్యములుగా నుండును. వాటిలో నవి చిన్నచిన్న అంతర్యలయములుగా ఏర్పడి విద్యుత్తుప్రవాహము వైకిరాకుండగనే లోలోపలనే ఖర్చుచు జింకు కరగి పోవుచుండును. ఇట్టిలోపమునకు స్థానికచర్య అందురు. ఈ లోపమును పోగొట్టుటకు జింకుపై పాదరసము పూతపూయవలెను. దానిని రసమేళనముచేయుట (Amalgamation) అందురు. జింకు పాదరసమును కరగించుకొని మలినములేని శుద్ధజింకు సల్ఫ్యూరికామ్లముతో సంపర్కము కలిగించుకొనును.

వాల్టా ఘటమునందలి లోపములను పోగొట్టి, సక్రమముగా పనిచేయునట్టి విద్యుద్ధటములు కొన్ని నిర్మింపబడినవి. వాటిని ప్రధానఘటములు (Primary cells) అందురు. డేనియల్ ఘటము, లెక్లాంఛిఘటము, అనార్డ్రిఘటము (Dry cell), బైక్రోమేటు ఘటము మొదలైనవి ప్రధాన విద్యుద్ధటము లనబడును.

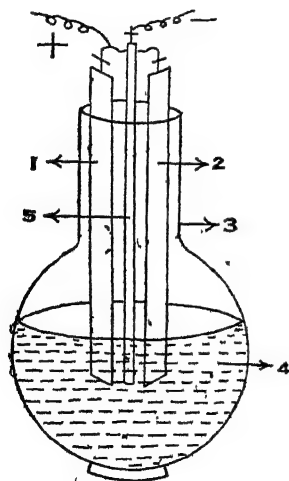
డేనియల్ ఘటము:—ఈ ఘటములో ఒక గాజుపాత్ర యందు ఒక సచ్చిద్రపాత్ర (Porous Pot) ఉండును. సచ్చిద్రపాత్రలో డైల్యూటు సల్ఫ్యూరికామ్లము విద్యుత్తు ప్రేరేపక ద్రవముగా నుండును. అందులో కొంతవరకు మునుగుచు రసముపూసిన జింకుకాడ ఋణధ్రువముగా



నుండును. గాజుపాత్రలో మైలుతుత్త ద్రావణము (Copper-Sulphate) డీ పోల్ రైజరుగా నుండును. అందులో కొంత వరకు మునుగుచు రాగిరేకు ధనధ్రువముగా నుండును. జింకును రసమేళనము చేయుటవలన స్థానిక-చర్యలోపము సవరింపబడును. మైలుతుత్త ద్రావణమును డీ పోల్ రైజరుగా ఉపయోగించుటవలన పోల్ రైజేషను లోపము సవరింపబడును. డేనియల్ ఘటముయొక్క E. M. F. (Electromotive force) సుమారు 1.08 ఓల్టులు. అది స్థిరముగా నుండును.

స్థిరమైన E. M. F. గల విద్యుత్తు ప్రవాహము అవసరమైనచో డేనియల్ ఘటమును ఉపయోగింతురు. కాని డేనియల్ ఘటమును చాలసేపు ఉపయోగించుటకు వీలులేదు. కారణమేమనగా మైలుతుత్తద్రావణము సచ్ఛిద్ర పాత్రగుండాపోయి జింకుకాడతో ప్రవర్తించి దానిపై రాగిపూతను ఏర్పరచి ఘటమును పనిచేయకుండ అడ్డును. డేనియల్ ఘటమును ఉపయోగించనప్పుడు, జింకు కాడ డైల్యూటు సల్ఫ్యూరికామ్లముతో కూడిన సచ్ఛిద్ర పాత్రను వైకిటీసి ఉంచుదురు.

బైక్రోమేటు ఘటము:— దీనిలో ఒక సచ్ఛిద్ర గాజు పాత్రయందు డైల్యూటు సల్ఫ్యూరికామ్లము విద్యుత్తు



1, 2. కర్బనపు పలకలు (+)

3. గాజుపాత్ర

4. డైల్యూటు సల్ఫ్యూరికామ్లము,

పొటాసియమ్ డైక్రోమేటు ద్రావణము

కలిసిన మిశ్రమము.

5. రసము పూసిన జింకు కాడ (-)

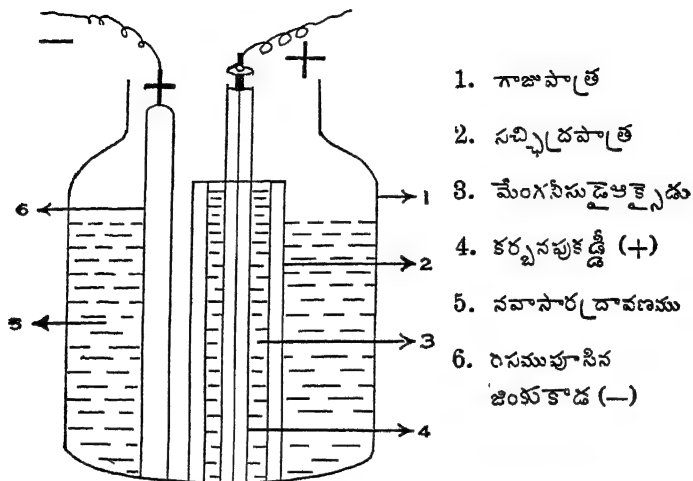
90-వ పటము
బైక్రోమేటు ఘటము

ప్రేరేపక ద్రవముగా నుండును. దానిలో కొంతవరకు మునుగుచు రసముపూసిన జింకుకాడ ఋణాధ్రువముగా నుండును. గాజపాత్రలో పొటాసియమ్ డైక్రోమేటు లేక ఎమోనియమ్ డైక్రోమేటు ద్రావణము డిపోలరైజరుగా నుండును. అందులో రెండు కర్బనపు పలకలు కొంతవరకు మునుగుచు ధనాధ్రువముగా నుండును. ఈ ఘటముయొక్క E. M. F. సుమారు 2 ఓల్టులు. కనుక ఎక్కువ E. M. F. గల విద్యుత్తు తక్కువసేపు కావలసినచో బైక్రోమేటు ఘటమును ఉపయోగింతురు దీనిని ఉపయోగించనప్పుడు జింకుకాడను పైకితీసి ఉంచవలెను. (సచ్చిద్రపాత్ర లేకపోయినను ప్రమాదములేదు. ఒకపాత్రలోనే సల్ఫ్యూరికామ్లము, పొటాసియమ్ డైక్రోమేటుద్రావణము కలిసిన మిశ్రమము ఉండవచ్చును.)

లెక్టోంచిఘటము:— ఈ ఘటములో ఒక గాజపాత్రయందు ఒక సచ్చిద్రపాత్రయుండును. ఆ సచ్చిద్రపాత్రలో ఒక కర్బనపుకడ్డీ ధనాధ్రువముగానుండి దానిచుట్టూ మేంగనీసు ఉయ్యాకైడు డిపోలరైజరుగా కర్బనపుగుండతో కలిపి అమర్చబడియుండును. గాజపాత్రలో చిక్కని ఎమోనియమ్ క్లోరైడు ద్రావణము (నవాసారము) విద్యుత్తు ప్రేరేపక ద్రవముగా నుండును. అందులో రసముపూసిన జింకుకాడ కొంతవరకు మునుగుచు ఋణాధ్రువముగా నుండును. దీనియొక్క E. M. F. సుమారు 1.46 ఓల్టులు.

ఈ ఘటమును నిరంతరముగా నుపయోగించినచో విద్యుత్తుప్రవాహబలము తగ్గును. కొంతసేపు ఉపయోగించిన తరువాత విశ్రాంతినిచ్చినచో తగ్గిన విద్యుత్తుప్రవాహబలము

తిరిగివచ్చును. దానికి కారణమేమనగా మేంగనీసు డయాక్సైడు చురుకైన డీ పోలరైజరు కాదు. కనుక విద్యుత్తు



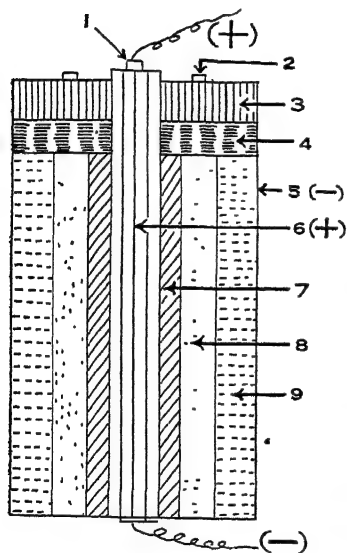
91-వ పటము లెక్లాంచీ ఘటము

ప్రవాహము నిరంతరముగా అవసరములేనటువంటి, టెలిఫోను, టెలిగ్రాఫు, విద్యుద్ధుంట మొదలైనవాటిలో లెక్లాంచీ ఘటమును ఉపయోగింతురు. నిరంతరమైన విద్యుత్తు ప్రవాహము రానప్పటికి మధ్య మధ్యను విశ్రాంతినిచ్చుట వలన లెక్లాంచీ ఘటము చాలకాలము పనిచేయును.

నిర్జలఘటము లేక అనార్ద్ర ఘటము (Dry cell):-

టార్చిలైట్లలో ఉపయోగపడునది నిర్జల ఘటమే. అది లెక్లాంచీ ఘటముయొక్క మరియొక రూపము. ఎచ్చటికైనను సులభముగా తీసుకొనిపోవచ్చును (Portable).

దీనియందు నవాసారము ద్రావణరూపములో నుండక తడిపిన ముద్దగా నుండుటచే దీనిని నిర్జలఘటమందురు. కాని పూర్తిగా తడిలేకుండా ఉండదు. పూర్తిగా తడి లేనిచో నిర్జలఘటము పనిచేయదు. టార్పిలైట్లలో ఉపయోగించిన బేటరీ సెల్లును తీసి విరగగొట్టి పరిశీలించినచో దానియందలి భాగములు తెలియును.



1. ఇత్తడి టోపి 2. వాయువులు పోవుటకు రంధ్రము 3. కీలు (Pitch) 4. ఇసుకపొర లేక రంపపుపొట్టు పొర 5. జింకు డబ్బి (-) 6. కర్బనపు కడ్డీ (+) 7. మేంగనీసు డైఆక్సైడు+కర్బనపు గుండ+నవాసారము+జింకు క్లోరైడు కలసిన పేస్టు (No ID) 8. నవాసారము+జింకు క్లోరైడు+పేస్టర్ ఆఫ్ పేరీస్ కలసిన పేస్టు (No. ID) 9. గ్లెసరీతో కలసిన నవాసారపు ముద్ద.

92-వ పటము నిర్జలఘటము లేక ఆనాద్రోఘటము (Dry cell)

నిర్జల ఘటమందు ఒక జింకుడబ్బి ఋణాధ్రువముగా నుండును. దానిపైని కాగితపులట్ట చుట్టబడి యుండును. జింకుడబ్బిలోపల మధ్యను ఒక కర్బనపుకడ్డీ ధనాధ్రువముగా

నుండును. దాని పైని స్పర్శకొరకు ఇత్తడి టోపీ యుండును. కర్బనపుకాడ చుట్టూ మెంగనీసు డయాక్సైడు, కర్బనపు గుండ, నవాసారము, జింకు క్లోరైడు కలసిన నల్లని పేస్టు No. I ఉండును. ఆ పేస్టు చుట్టూ నవాసారము, జింకు క్లోరైడు, స్ట్రెప్టర్ ఆఫ్ పేరిసు కలసిన తెల్లని పేస్టు (No. II) ఉండును. దానిచుట్టు గ్లిసరీనుతో తడిపిన నవాసారపు ముద్ద ఉండును. వీటివలన తేమతనము పోకుండా యుండును. మీదను రంపపుపొట్టు పొర, దానిపైని కీలుపట్టు ఉండును. కీలుపట్టులో వాయువులు పోవుటకు రంధ్రములుండును. దీని యొక్క E. M. F. సుమారు 1.5 ఓట్టులు.

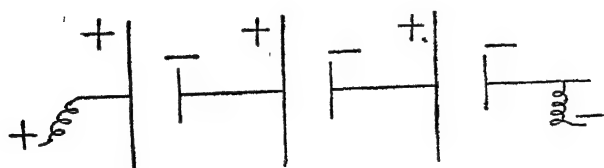
23. ఘటమాలలు (Batteries)

రెండుగాని, అంతకంటె ఎక్కువగాని ఒక్కొక్కటి ఘటములయొక్క సమకూర్పునకు ఘటమాల (Battery) అనిపేరు. ఘటమాలలను సమకూర్చు విధానములు రెండు కలవు.

1. వరుసకూర్పులేక శ్రేణిసంధానము (Cells in series)
2. సమానాంతరకూర్పు లేక సమాంతర సంధానము (Cells in parallel).

వరుసకూర్పుఘటములు (Cells in series):—ఈకూర్పులో మొదటిఘటముయొక్క ఋణధ్రువమును రెండవఘటముయొక్క ధనధ్రువముతోను, రెండవఘటముయొక్క ఋణధ్రువమును మూడవఘటముయొక్క ధనధ్రువముతోను ఈ విధముగా వరుసగా రక్షితరాగి తీగలతో కలుపుదురు.

మొదటిఘటముయొక్క ధనధ్రువము, చివరఘటముయొక్క ఋణధ్రువము ఘటమాలయొక్క అంత్యములగును. ఆ రెండింటిని రక్షితరాగి తీగలతో కలుపుటవలన విద్యుత్తువలయము పూర్తియై విద్యుత్తు ప్రవహించును. వరుసకూర్పువలన ఎక్కువ ఓల్టేజిగల విద్యుత్తు ప్రవహించును. యాంపియరేజి మారదు. బేటరీలైట్లలోను టెలిగ్రాఫ్‌నందును, విద్యుద్ధటములను వరుసకూర్పులో కలిపి ఉపయోగింతురు.



93-వ పటము

వరుసకూర్పు ఘటమాల (Cell in series)

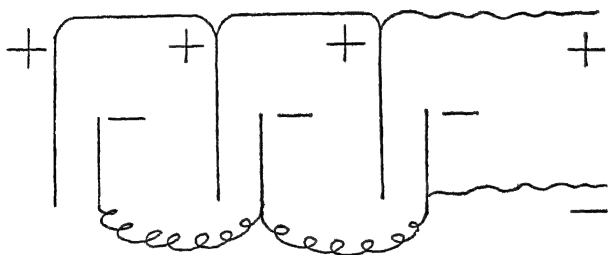
సమాంతర విద్యుద్ధటములు (Cells in parallel) :—

ఇట్టి కూర్పులో మొదటిఘటముయొక్క ధనధ్రువము రెండవ ఘటముయొక్క ధనధ్రువమునకును, రెండవఘటముయొక్క ధనధ్రువము మూడవ ఘటముయొక్క ధనధ్రువమునకును ఈ విధముగా ధనధ్రువములన్నియు కలుపబడును. అదే విధముగా ఋణధ్రువములన్నియు కలుపబడును. ధనధ్రువములన్నియు కలుపబడినకొన, ఋణధ్రువములన్నియుకలుపబడిన కొన ఘటమాలయొక్క అంత్యములగును. ఈ రెండు అంత్యములను కలిపినచో విద్యుత్తువలయము పూర్తియై విద్యుత్తు ప్రవహించును. సమాంతరఘటములకూర్పువలన యాంపియరేజి హెచ్చును. ఓల్టేజి మారదు.

విద్యుత్ ప్రవాహ ఫలితములు

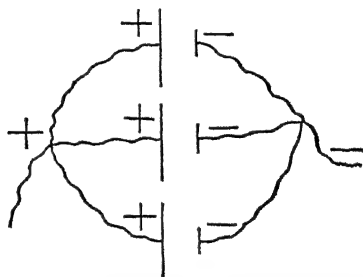
(Effects of an Electric Current)

1. అయస్కాంత ఫలిత (Magnetic effect of an electric current) ప్రయోగము:—ఒక అయస్కాంత సూచికను ముల్లుపై నిలబెట్టినచో అది ఉత్తర దక్షిణ దిక్కుగా అమరుకొనును. దానిమీద కొంత ఎత్తులో ఒక తిన్నని



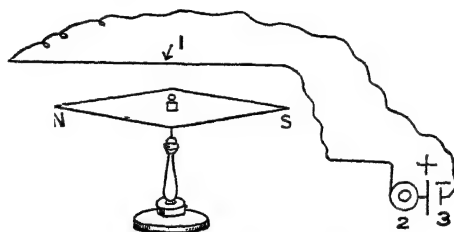
94-వ పటము

సమాంతరకూర్పు ఘటమాలలు
(Cells in parallel)



రక్షిత రాగితీగను సమాంతరముగా అమర్చి ఆ తీగయొక్క కొనలను ఒక బేరీయొక్క అంత్యములకు ఒక కీ ద్వారా తగిలించి కీ నొక్కినచో అయస్కాంతసూచిక తిరుగును. తీని తీసినచో అయస్కాంతసూచిక యధాస్థానమునకు మరలి వచ్చి నిలచును. కీ నొక్కినప్పుడు రక్షిత రాగితీగగుండా

విద్యుత్తు ప్రవహించును; దానివలన అయస్కాంత సూచిక తిరుగును. అయస్కాంత సూచిక తిరుగుటకు ఒక అయస్కాంత ధ్రువమును దానివద్దకు తేవలెనుగదా! రక్షిత రాగితీగెలో విద్యుత్తు ప్రవహించినప్పుడు దానిచుట్టూ అయస్కాంత క్షేత్ర మేగ్నడి దాని ఫలితముగా అయస్కాంత సూచిక తిరుగును. కనుక ఒక రక్షిత రాగితీగెగుండా విద్యుత్తు ప్రవహించునప్పుడు అయస్కాంతఫలితము కలుగునని ఈ ప్రయోగము వలన తెలుసుకొనగలము. ఈ ప్రయోగమును మొదట బయర్ స్టిడ్ అను విజ్ఞుడు చేసి ఫలితములను కనిపెట్టెను.



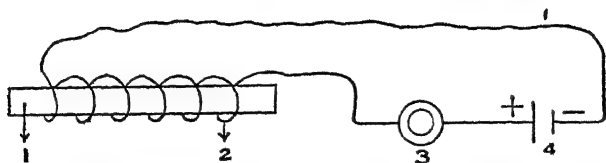
95-వ పటము అయస్కాంత సూచిక.

1. రక్షిత రాగితీగ 2. కీ 3. బేటరీ.

విద్యుదయస్కాంతము (Electro magnet):- ఒక మెత్తని ఇనుప కాడపైని రక్షిత రాగితీగను అనేక చుట్లుగా చుట్టి ఆ తీగయొక్క కొనలను కీడ్వారా ఒక బేటరీయొక్క అంత్యములకు కలిపి, కీ నొక్కినచో తీగగుండా విద్యుత్తు ప్రవహించును. అప్పుడు తీగచుట్ట లోపలగల మెత్తని ఇనుపకాడ అయస్కాంతమై ఇనుపరజనును ఆకర్షించును. కీ తీసినచో విద్యుత్తు ప్రవాహము ఆగి, మెత్తని ఇనుపకాడలో అయస్కాంతశక్తి పోయి, ఇనుపరజను పడిపోవును. మెత్తని ఇనుప

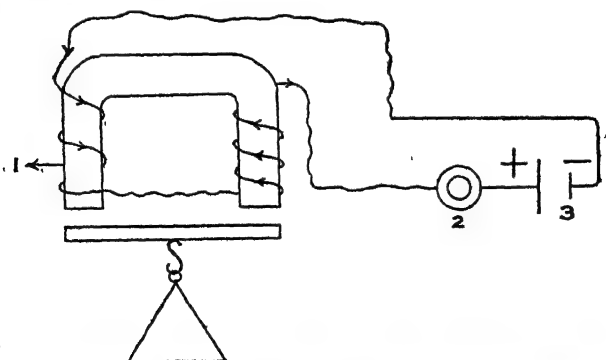
కాడ అంతస్థుపై రక్షిత రాగి తీగ చుట్టబడిన ఏర్పాటునకు విద్యుదయస్కాంతమని పేరు.

తీగ చుట్టలో విద్యుత్తు ప్రవహించుచున్నంతసేపు మెత్తని ఇనుపకాడ అయస్కాంతముగా పనిచేసి, తీగ చుట్టలో



96-వ పటము దండ విద్యుదయస్కాంతము.

1. మెత్తని ఇనుపకాడ అంతస్థు 2. రక్షితరాగి తీగ 3. కీ 4. బేటరీ
విద్యుత్తు ప్రవాహము ఆగిపోగానే దానిలో అయస్కాంత శక్తి
పోవును. కనుక విద్యుత్తు వలన కలిగిన అయస్కాంత ఫలితము
ననుసరించి విద్యుదయస్కాంతములను మెత్తని ఇనుమును
ఉపయోగించి తయారు చేయుదురు.



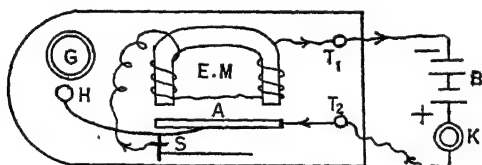
97-వ పటము గుట్టపునాడాకారపు విద్యుదయస్కాంతము.

1. గుట్టపునాడాకారపు మెత్తని ఇనుపకడ్డీ 2. కీ 3. బేటరీ

గుట్టపు నాడాకారపు విద్యుదయస్కాంతములను ఏర్పాటుచేయుటలో గుట్టపు నాడాకారపు మెత్తని ఇనుప కడ్డీపై రక్షితరాగతీగను ఒకవైపు ఒకదిశలోను, రెండవవైపు వ్యతిరేకదిశ (అపసవ్యముగాను) లోను చుట్టుదురు.

విద్యుద్ధ్రుంట్ (Electric Bell), టెలిఫోను, టెలిగ్రాఫు మొదలైన పరికరములలో విద్యుదయస్కాంతము లుపయోగపడును. పెద్ద పెద్ద ఇనుపవస్తువులను ఎత్తుటకు ఎలక్ట్రిక్ క్రేనులలో విద్యుదయస్కాంతములు ఉపయోగపడును.

విద్యుద్ధ్రుంట్ (Electric Bell):—విద్యుత్తు వలన కలిగిన అయస్కాంత ఫలితము ననుసరించి విద్యుద్ధ్రుంట్ పనిచేయును. దీనిలో ముఖ్యమైన భాగము విద్యుదయస్కాంతము. విద్యుద్ధ్రుంట్ లలో భాగములు పటములో చూపబడినవి. అవన్నియు ఒక కట్టచెక్కపై సరియగురీతిని అమర్చబడియుండును.



98-వ పటము విద్యుద్ధ్రుంట్ (Electric Bell)

E. M. = గుట్టపు నాడాకారపు విద్యుదయస్కాంతము

A = సుత్తితో కూడిన ఆర్మేచరు.

H = సుత్తి.

G = గాంగు (గంట).

S = స్పర్శపుమర (Contact Screw).

T₁, T₂ = అంత్యపుమరలు (Binding terminal Screws).

B = బేటరీ.

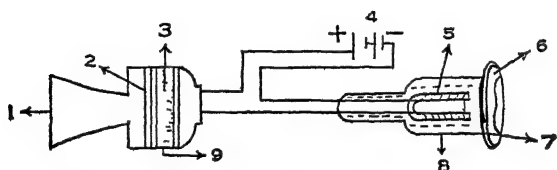
K = కీ.

పనిచేయువిధానము:—కీ నొక్కినచో బేట రీసుండి విద్యుత్తు స్పర్శపుమరగుండా విద్యుదయస్కాంతపు తీగ చుట్టలోనికి ప్రవహించును. అప్పుడు అది అయస్కాంతమై ఆర్మేచరును ఆకర్షించును. కనుక సుత్తి గంటను కొట్టును. ఆర్మేచరు ఆకర్షింపబడగానే స్పర్శమరవద్ద విద్యుత్ వలయము తెగి విద్యుత్ ప్రవాహము ఆగిపోవును. వెంటనే ఆర్మేచరు విడువబడి తిరిగి స్పర్శపుమరను తాకుటచే విద్యుత్ వలయము పూర్తియై తొలిరీతిని గంటకొట్టబడును. ఈ రీతిగా స్పర్శపు మరవద్ద విద్యుత్ వలయము అతితొందరగా పూర్తియగుచు, తెగుచుండుటచే ఆర్మేచరుకూడ అతితొందరగా ఆకర్షింపబడి విడువబడుచు గంట గణ గణ కొట్టబడుచుండును.

టెలిఫోను:—దీనిని మొదట గ్రహమ్ బెల్ అను విజ్ఞుడు కనిపెట్టెను. కనుక దానిని బెల్ టెలిఫోను అందురు. ఒక చోట నున్న మనుజుడు పేరొకచోట నున్నవానితో మాట్లాడుటకు టెలిఫోను ఉపయోగపడును. టెలిఫోనులో ఒక ప్రేషకము (Transmitter), ఒక గ్రాహకము (Receiver) ఉండును. బెల్ టెలిఫోనులో ప్రేషకమునందును, గ్రాహకమునందును భాగములు ఒక్క రీతిగానే యుండును. కాని ప్రేషకములో శబ్ద తరంగములు విద్యుత్ ప్రవాహములుగా మార్చబడును. గ్రాహకములో విద్యుత్ ప్రవాహములు శబ్దతరంగములుగా మార్చబడును. బెల్ టెలిఫోను వలన వార్తలను చాలా దూరము పంపుటకు వీలుపడదు. కనుక నవీన టెలిఫోనులో కార్బన్ మైక్రోఫోను ప్రేషకముగాను, బెల్ గ్రాహకమే గ్రాహకముగాను ఉండును. దానివలన వార్తలను చాలా

దూరము పంపిలగుచున్నది. విద్యుత్తువలన కలిగిన అయస్కాంత ఫలితముననుసరించి టెలిఫోను పనిచేయును.

ఒక ట్రాన్సిమిటరు, ఒక రిసీవరు జంటపరచి ఒక చట్రములో అమర్చబడి యుండును. ఒక చట్రములో అమర్చబడిన ట్రాన్సిమిటరు వేరొకచోట చట్రములో అమర్చబడిన రిసీవరుతో లైనుతీగల ద్వారా బేటరీగుండా కలుపబడి యుండును. అదేవిధముగా ఆ చట్రమందలి రిసీవరు వేరొకచోట చట్రమందలి ట్రాన్సిమిటరుతో లైనుతీగల ద్వారా బ్యాటరీగుండా కలుపబడి యుండును. ఒక చట్రమందలి ట్రాన్సిమిటరును మూతిపద్దను, రిసీవరును చెవిపద్దను పెట్టుకొని, వేరొకచోట గల మనుజునితో మాట్లాడుటయు, అతడు మాట్లాడినది వినుటయు జరుగుచుండును.



99-వ పటము టెలిఫోను (Telephone)

1. భాషణద్వారము (Mouth Piece) 2. పలుచని ఇనుపరేకు విభాజకము
3. కర్బనపురేణువులు 4. బేటరీ 5. విద్యుదయస్కాంతము
6. శ్రవణ ద్వారము (Ear Piece) 7. పలుచని ఇనుపరేకు విభాజకము
8. బేటరీసీవరు 9. కర్బనపుపెట్టె (కార్బన్ మైక్రోఫోన్ ట్రాన్సిమిటరు)

ట్రాన్సిమిటరులో గల్లా ఆకారముగల గొట్టముండును, ఆ గొట్టమునందు పలుచని ఇనుపరేకు విభాజకము, (Diaphragm), దాని వెనుక కర్బనపు పెట్టెలో కర్బనపు

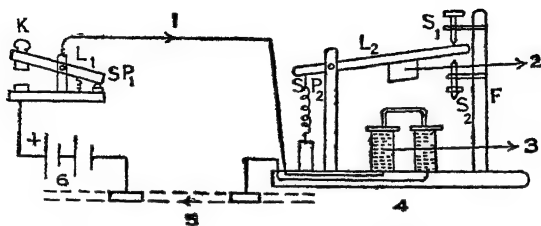
రేణువులు అమర్చబడి యుండును. ఆ పెట్టె ఒకవైపు లైను వైరునకును, రెండవవైపు విద్యుద్ధృతముల (Electric Battery) కును కలుపబడియుండును. ట్రాన్సిస్కటరు యొక్క భాషణ ద్వారమువద్ద మాట్లాడినప్పుడు ఏర్పడిన శబ్దతరంగములు కార్బన్ మైక్రోఫోను ట్రాన్సిస్కటరుచే విద్యుత్తు ప్రవాహములుగా మార్చబడి లైనువైరుగుండా ప్రవహించును.

రిసీవరులో గుఱ్ఱపునాడాకారపు విద్యుదయస్థాంతము, దానిముందర పలుచని ఇనుపరేకు విభాజకము, శ్రవణ ద్వారముతో ఒక గొట్టమునందు అమర్చబడి యుండును. ఆ విద్యుదయస్కాంతముయొక్క తీగచుట్టకొనలలో ఒకటి లైనువైరునకును, రెండవది బేటరీకిని కలుపబడి యుండును. ట్రాన్సిస్కటరునుండి శబ్దతరంగముల కనుగుణ్యమైన విద్యుత్తు ప్రవాహపు మార్పులు లైనువైరుగుండా రిసీవరునందలి విద్యుదయస్కాంతము యొక్క తీగచుట్టలోనికి రాగానే ఆ విద్యుదయస్కాంతము యొక్క ఆకర్షణలను ఇనుపరేకు విభాజకములోబడి కంపించును. ఆ కంపనములవలన శబ్ద తరంగములేర్పడి తొలిశబ్దము పునరుద్ధరింపబడి ట్రాన్సిస్కటరులో మాట్లాడినమాటలు రిసీవరుద్వారా చెవికి విసబడును.

24. టెలిగ్రాఫ్

తీగలద్వారా విద్యుత్తును ప్రసరింపజేసి సాంకేతిక ధూపములలో వార్తలను అతివేగముగా దూరముగానున్న వారికి అందజేయు సాధనమునకు ఎలక్ట్రిక్ టెలిగ్రాఫ్ అని పేరు. ఈ సాధనమును, వార్తల సాంకేతిక సంజ్ఞలను మోర్సు

అను విజ్ఞాన మొదట కనిపెట్టెను. విద్యుత్తువలన కలిగిన అయస్కాంతఫలితము ననుసరించి విద్యుదయస్కాంతముపై నాధారపడి టెలిగ్రాఫ్ పనిచేయును.



100-వ పటము టెలిగ్రాఫ్ - అందలి భాగములు

1. లైను తీగ (Line wire) 2. ఆర్మేచరు 3. విద్యుదయస్కాంతము
4. రిసీవరు లేక సౌండరు 5. భూమి 6. బేటరీ,

టెలిగ్రాఫ్ నందు ప్రేషకము లేక కీ (Transmitter or Key) మరియు గ్రహకము లేక సౌండరు (Receiver or Sounder) అనునవి ముఖ్యమైన భాగములుగా నుండును. ఈ రెండును తీగలచే కలుపబడి యుండును.

కీ లేక ట్రాన్సిమిటరు:—దీనియందు లోహముతో చేయబడిన ఒక తులాదండము 'L₁' ఒక కొయ్యస్తంభమునకు బిగింపబడి యుండును. ఈ తులాదండము మధ్య ఒక తీగ కలుపబడి యుండును (లైనుతీగ). దానికొకవైపు ఒక స్ప్రింగు SP₁ ఉండును. దానివలన తులాదండము పైకి ఎత్తబడి యుండును. తులాదండపు K కొనకు ఎబానైటుగుండీ (అవిద్యుద్వాహకము) అమర్చబడియుండును. ఆ గుండీని నొక్కినచో విద్యుద్వలయము పూర్తియై లైనుతీగగుండా విద్యుత్తు ప్రవహించి సౌండరును చేరును.

రిసీవరు లేక సౌండరు:—దీనియందొక గుఱ్ఱపునాడాకా రపు విద్యుదయస్కాంత ముండును. దానిపై నొక తులా దండము 'L₂' పనిచేయుచుండును. విద్యుత్తు ప్రవాహము లేనప్పుడు తులాదండపు కొనను SP₂ అను స్ప్రింగు క్రిందికి లాగి పట్టుకొనుటచే రెండవకొన 'F' నకు అతికియున్న S₁ లోహపుమేకునకు తాకుచుండును. తులాదండపు మధ్య భాగమున ఒక చిన్న ఇనుపముక్క A అతుకబడి యుండును. దానిని ఆర్గేచరు అందురు. విద్యుదయస్కాంతములో విద్యుత్ ప్రవాహమున్నప్పుడు అయస్కాంతముచే ఆర్గేచరు ఆకర్షింపబడి తులాదండపుకొన దానిఅడుగునగల 'S₂' లోహపుమేకునకు తగిలి చిన్న శబ్దము కలుగును.

టెలిగ్రాఫ్ పనిచేయు విధానము

పటములో చూపబడిన విధముగా ట్రాన్సిమిటరు లేక కీ ఒక యూరిలోను, రిసీవరు లేక సౌండరు వేరొక యూరిలోను లైనుతీగతో కలుపబడియున్న వనుకొనుము. విద్యుత్ ప్రవాహము లేనప్పుడు సౌండరులో తులాదండము 'S₁' మేకును తాకుచుండును. ఒక యూరిలో ట్రాన్సిమిటరు నందలి ఎబానైటుగుండీ నొక్కుదురు. వెంటనే విద్యుత్ వలయము పూర్తియై రెండవయూరిలో సౌండరునందలి విద్యుదయస్కాంతపు తీగచుట్టలోని విద్యుత్తు ప్రవహించి ఆర్గేచరు ఆకర్షింపబడి తులాదండపుకొన 'S₂' మేకునకు తగిలి 'టక్' అను శబ్దము నిచ్చును. ట్రాన్సిమిటరులో ఎబానైటుగుండీని నొక్కుట మానినంతనే విద్యుద్వలయము తెగి, సౌండరులో విద్యుదయస్కాంతము 'అయస్కాంతత్వమును

గోల్ఫ్వును. వెంటనే ఆర్కేచరు విడువబడి తులాదండపు కొనమీదకు పోయి 'S₁' మేకునకు తగిలి 'టక్' అను శబ్దమును కలిగించును. ఈ విధముగా ఒక స్టేషనునందలి ట్రానిస్మిటరులో ఎబానైటుగుండీని నొక్కి విడచుచుండుటవలన రెండవ స్టేషనులో సాండరునందు 'టక్ టక్' అను శబ్దములు కలుగుచుండును. రెండు వరుస 'టక్ టక్' శబ్దములమధ్య విరామము చాల తక్కువగనున్నచో దానిని చుక్క (Dot) అనియు, రెండు వరుస 'టక్ టక్' శబ్దములమధ్య విరామము ఎక్కువగ నున్నచో దానిని గీత (Dash —) అనియు సాంకేతికములను ఏర్పరచిరి. ఆ సాంకేతికములతో ఇంగ్లీషు భాషయందలి అక్షరములను, అంకెలను సూచించుచు మోర్సుఅను విజ్ఞుడు ఒక సంహితను (Code) తయారుచేసెను. దాని నుపయోగించి నేడు టెలిగ్రాఫ్ ద్వారా వార్తలను తెలియజేయుచున్నారు.

మోర్సు కోడు (Morse code)

A = . —	(చుక్క, గీత - Dot and Dash)
B = — . . .	(గీత, మూడుచుక్కలు)
C = — . — .	(గీత, చుక్క, గీత, చుక్క)
D = — . .	(గీత, రెండుచుక్కలు)
E = .	(చుక్క)
F = . . — .	(రెండుచుక్కలు, గీత, చుక్క)
G = — — .	(రెండవ గీతలు, చుక్క)
H =	(4 చుక్కలు)
I = . .	(రెండుచుక్కలు)
J = . — — —	(చుక్క, మూడుగీతలు)
K = — . —	(గీత, చుక్క, గీత)
L = . — . .	(చుక్క, గీత, రెండుచుక్కలు)

M = — —	(రెండుగీతలు)
N = — .	(గీత, చుక్క)
O = — — —	(3 గీతలు)
P = . — — .	(చుక్క, రెండుగీతలు, చుక్క)
Q = — — . —	(రెండుగీతలు, చుక్క, గీత)
R = . — .	(చుక్క, గీత, చుక్క)
S = . . .	(మూడుచుక్కలు)
T = —	(ఒక గీత)
U = . . —	(రెండుచుక్కలు, గీత)
V = . . . —	(మూడుచుక్కలు, గీత)
W = . — —	(చుక్క, రెండుగీతలు)
X = — . . —	(గీత, రెండుచుక్కలు, గీత)
Y = — . — —	(గీత, చుక్క, రెండుగీతలు)
Z = — — . .	(రెండుగీతలు, రెండుచుక్కలు)

విద్యుత్తువలన కలిగిన ఉష్ణఫలితము - ఎలక్ట్రిక్ హీటర్లు:—నికెలు, క్రోమియముకలసిన మిశ్రలోహముతో చేయబడిన ఒక సన్నని పొడవైన నిక్రోము తీగయొక్క కొనలను కీ ద్వారా బేటరీకి తగిలించి కీ నొక్కి. తీగను చేతితో తాకినచో తీగ వేడిగానుండును. ఇది విద్యుత్తువలన కలిగిన ఉష్ణఫలితము. దీనికి కారణమేమి? విద్యుద్వాహకమగు తీగగుండా విద్యుత్తును ప్రవహింపజేసినచో తనగుండా విద్యుత్తు ప్రవహింపకుండా అడ్డుటకు తీగ ప్రయత్నించును. ఇట్లు విద్యుత్తు ప్రవహింపకుండా తీగయొక్క అడ్డడిశక్తికి విద్యున్నిరోధము (Electrical Resistance) అనిపేరు. విద్యుద్వాహకమగు తీగగుండా విద్యుత్తు ప్రవహించునపుడు తీగ కలిగించిన నిరోధమువలన తీగలో ఉష్ణము జనించును. తీగయొక్క నిరోధము దాని స్వభావము,

పొడవు, మందముపై ఆధారపడియుండును. కొన్ని పదార్థములతో చేయబడిన తీగలు ఎక్కువ నిరోధమును, మరికొన్ని పదార్థములతో చేయబడినవి తక్కువ నిరోధమును కలిగించును. కర్రము, టంగ్ ప్లస్, నిక్రోము మొదలైన పదార్థములతో చేయబడిన తీగలు రాగి, వెండి మొదలైన పదార్థములతో చేయబడిన తీగలకంటె ఎక్కువ విద్యున్నిరోధమును కలిగించును. ఒకే పదార్థముతో చేయబడిన తీగలలో దళసరి తీగలకంటె సన్నని తీగలుచు, పొట్టి తీగలకంటె పొడవు తీగలును ఎక్కువ విద్యున్నిరోధమును కలిగించును. కనుక ఒక సన్నని పొడవైన నిక్రోము తీగగుండా విద్యుత్తును ప్రవహింప జేసినచో ఆ తీగ కలిగించిన విద్యున్నిరోధము వలన ఆతీగలో ఉష్ణము జనించును.

ఒక విద్యుద్వాహకములో విద్యుత్తు ప్రవహించునప్పుడు జనించిన ఉష్ణరాశి, విద్యుత్తు ప్రవాహముయొక్క పరిమాణమునుబట్టియు, అది ప్రవహించెడి కాలమునుబట్టియు, విద్యుద్వాహకము యొక్క విద్యున్నిరోధమును బట్టియు ఉండును. ఒక వాహకములో ఒక సెకండుకాలములో ప్రవహించుచున్న విద్యుత్తు ప్రవాహము యొక్క పరిమాణము హెచ్చుచున్నకొలది వాహకములో జనించు ఉష్ణరాశికూడ హెచ్చుచుండును. అట్లే ఒక వాహకములో ఒకే పరిమాణము గల విద్యుత్తును ఎక్కువకాలము పంపుచున్నచో అందులో జనించిన ఉష్ణరాశికూడ హెచ్చుచుండును.

ఒక వాహకమునందు విద్యుత్తు ప్రవహించునప్పుడు, ఉష్ణము జనించునన్న సూత్రము ననుసరించి విద్యుచ్ఛక్తిని

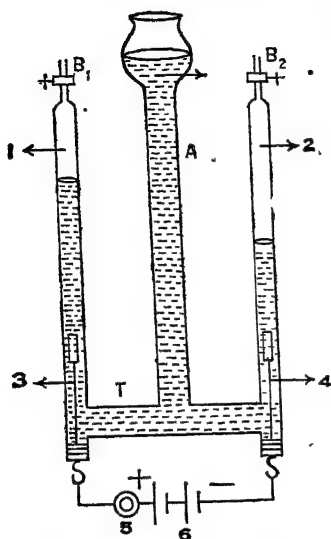
ఉష్ణోత్పత్తికి ఉపయోగించుచు అనేకసాధనములున్నవి. అట్టి సాధనములే ఎలక్ట్రిక్ హీటరు, ఎలక్ట్రిక్ స్టౌవ్, ఎలక్ట్రిక్ ఇస్ట్రీ పెట్టె మొదలైనవి. ఈ సాధనము లన్నిటిలోను తగిన పొడవు గల సన్నని నిక్రోముతీగచుట్ట ఉపయోగపడును. ఆ తీగచుట్ట ద్వారా విద్యుత్తును ప్రవహింపజేసెప్పుడు వానియందు అధికోష్ణము జనించును.

ఎలక్ట్రిక్ స్టౌవ్ లో రెండుగాని, అంతకంటె ఎక్కువ గాని నిక్రోము తీగచుట్టలు తగినరీతిని మైకా లేక ఏస్బెస్టాస్ ముక్కలపై చుట్టబడి ఒకస్విచ్చి ఏర్పాటుయిండును. స్విచ్చిని వేరువేరు స్థానములలో నొక్కుటవలన అధిక, అల్ప, మధ్యమ ఉష్ణములను జనింపజేయవచ్చును.

ఇస్ట్రీ పెట్టెలో నిక్రోముతీగచుట్టను బాగా రక్షితము (Insulate) చేసి ఉపయోగింతురు. ఆ రక్షిత నిక్రోము తీగచుట్టను ఇస్ట్రీ పెట్టెలో అడుగున అమర్చి ఇనుపస్లేటు ఏకరాశి ఉష్ణమును పొందునట్లు చేయుదురు. అత్యధిక ఉష్ణము జనింపకుండా ఏదో ఒక స్థిరఉష్ణతవద్ద ఉండునట్లు చేయుటకు ఏర్పాటుండును.

ఎలక్ట్రిక్ ఇమ్మర్షన్ హీటరునందు నిక్రోము తీగచుట్ట ఒక స్ప్రింగువలె చుట్టబడియుండును. ద్రవముతో సంపర్కము కలుగకుండా సిమెంటు పూతతో సురక్షితము చేయబడి రాగి లేక ఎల్యూమినియమ్ సిలికాన్ కప్పులో అమర్చబడియుండును. దానిని ద్రవముగల పాత్రలో మునుగ నీచ్చి ఆ తీగగుండా విద్యుత్తును ప్రవహింపజేసినచో ద్రవము వేడెక్కును.

విద్యుత్తువలన రసాయనిక ఫలితము - విద్యుత్ పృథకీకరణము (Electrolysis) :— ప్రక్కపటములో చూపబడిన



101-వ పటము వాల్టామీటరు.

1. ఆమ్లజనివాయువు 5. కీ
2. ఉదజనివాయువు 6. బేటరీ.
- 3, 4. స్లాటింగ్స్ ఎలక్ట్రోడ్లు.

పరికరమును వాల్టా మీటరు అందురు. అందులో రెండు బ్యూరెట్లు B_1 , B_2 తలక్రిందులుగా నిలబెట్టబడి అడుగున 'T' అను గొట్టముతో కలుపబడినవి. ఆ బ్యూరెట్ల నడుమ 'T' అను మధ్యగొట్టముతో, కలుపబడి నిలువుగా 'A' అను ఒక గొట్టమున్నది. దానిమీది కొన గల్లా ఆకారము కలిగి యున్నది. ఒక్కొక్క-బ్యూరెట్టు అడుగుకొనకు రబ్బరుబిరడా గట్టిగా బిగింపబడి దానికొక స్లాటింగ్స్ ఎలక్ట్రోడ్లు అమర్చబడి యున్నది. ఒక్కొక్క-బ్యూరెట్టు మీది కొనవద్ద మార్గనిరోధిని కలదు. మధ్య

గొట్టముయొక్క గల్లాగుండా కొద్దిగా గాఢసల్ఫ్యూరిక్ ఆమ్లము కలుపబడిన ఆమ్లజలమునుపోసి మార్గనిరోధినులను విప్పి, వాల్టామీటరుయొక్క బ్యూరెట్లను చివరకొనలవరకు ఆమ్లజలముతో నింపి మార్గనిరోధినులను కలుపవలెను. ఒక కీ ద్వారా స్లాటింగ్స్ ఎలక్ట్రోడ్లను బేటరీయొక్క అంత్యములకు రక్షిత రాగిటిగలతో కలిపి కీ నొక్కవలెను.

స్లాటినపు ఎలక్ట్రోడ్లవద్ద వాయుబుడగలు ఏర్పడుచు బ్యూరెట్టమిది భాగమున చేరును. కొంతసేపైన తరువాత కీ ని తీసివేసి విద్యుత్ ప్రవాహమును ఆపి బ్యూరెట్లలో చేరిన వాయువులను పరిశీలించవలెను. బేటరీయొక్క ధనధ్రువము నకు కలిపిన స్లాటినపు ఎలక్ట్రోడుగల బ్యూరెట్లలో చేరిన వాయువు 20 c. c. అయినచో, ఋణధ్రువమునకు కలిపిన స్లాటినపు ఎలక్ట్రోడుగల బ్యూరెట్లలో చేరిన వాయువు 4, c. c. ఉండును. మొదటివాయువులో నిప్పుపుడక కాంతినంతముగా మండును. కనుక ఆవాయువు ఆక్సిజను రెండవ వాయువులో మండుచున్న పుడక ఆరిపోయి వాయువే ధ్వనితో మండును. కనుక ఆ వాయువు హైడ్రోజను. కనుక అమ్లితజలములోనికి విద్యుత్ ప్రవాహమును పంపినచో ఆ జలము ఉదజని : ఆమ్లజని = 2:1.

ఘనపరిమాణ నిష్పత్తిలో రసాయనిక వియోగము చెంది ఋణధ్రువము (కేథోడు) వద్ద ఉదజని, ధనధ్రువము (ఏనోడు) వద్ద ఆమ్లజని చేరును. ఇది విద్యుత్తునలన కలిగిన రసాయనిక ఫలితము. కారణమేమనగా సంయోగపదార్థముగు నీరు, ఉదజని, ఆమ్లజని అను రెండు క్రొత్తపదార్థములుగా విద్యుత్తునలన వియోగింపబడినది. విద్యుత్తునలన కలిగిన యిట్టివియోగమునకు విద్యుత్ పృథకీకరణము (Electrolysis) అనబడును. దీనిని ప్రత్యేకముగా విద్యుత్ జలపృథకీకరణము (Electrolysis of water) అందురు. ఆ పరికరమును, జల వోల్టామామీటరు (Water Voltameter) అందురు.

ఈ ప్రయోగములో నీటిని విద్యుద్వాహకముగా జేయుటకు కొద్దిగా గాఢసల్ఫ్యూరికామ్లమును కలిపి అన్నితము చేయుదును.

కొన్ని పదార్థములు విద్యుత్తును తమగుండా ప్రవహింప జేయును. అట్టి నీటిని విద్యుద్వాహకములు (Electrical conductors) అందురు. లోహములు, కర్బనము, గ్రాఫైటు, కొన్ని లవణద్రావణములు, ఆమ్లములు, ఊరములు విద్యుద్వాహకములు. కొన్ని పదార్థములు విద్యుత్తును తమగుండా ప్రవహింప నీయవు. అట్టి నీటిని విద్యుదవాహకములు (Electrical Non conductors) అందురు. మంచినీరు, రబ్బరు, ప్లాస్టిక్, సిల్కు, నూలు, పోర్సిలైను, వస్త్రాదులు (రాతినార), కట్ట మొదలైనవి విద్యుదవాహకములు. ఆమ్లములు, ఊరములు కొన్ని లవణద్రావణములు, ఆమ్లముతో కూడిన నీరువంటివి విద్యుద్వాహకములద్వారా విద్యుత్తు ప్రవహించు నప్పుడు అవి రెండుభాగములుగా రసాయనిక వియోగమును పొందును. అట్టి విద్యుద్వాహకములను విద్యుద్విచ్ఛేద్య ద్రవ్యములు (Electrolysis) అందురు. విద్యుత్ ప్రవాహము వలన ఒక విద్యుద్విచ్ఛేద్యద్రవ్యము పొందు రసాయనిక వియోగమునకు విద్యుత్ పృథకరణము (Electrolysis) అని పేరు.

ఒక గాఢపాత్రలో మెలుతు త్ర ద్రావణము (Copper Sulphate Solution) నందు రెండు రాగిరేకులను ఎలక్ట్రోడుగా అమర్చి నాటి వైకొనలను రక్షిత రాగిరేకులతో కీ ద్వారా బేటరీయొక్క అంత్యములకు తగిలించి కీ నొక్కివచో, కాపర్ సల్ఫేటు ద్రావణములోనికి విద్యుత్తు

ప్రవహించి విద్యుత్ పృథకరణము జరుగును. బేటరీయొక్క ఋణాధ్రువమునకు కలుపబడిన రాగిరేకు ఎలక్ట్రోడు అనగా కేథోడుపైని రాగిపూత ఏర్పడును. రెండవ రాగిరేకు అనగా ఏనోడువద్దకు సల్ఫేటుచేరి తిరిగి కాపర్ సల్ఫేటు ఏర్పడును. కనుక ఒక లవణద్రావణము (Electrolyte) లోనికి విద్యుత్ ప్రవాహమును పంపినచో విద్యుత్ పృథకరణము జరిగి లవణద్రావణమందలి లోహభాగము కేథోడువద్దకును, లోహేతరభాగము ఏనోడువద్దకును 'ఆకర్షింపబడును.' కనుక లోహములను విద్యుత్ ధనావేశములు (Electro positive) అనియు, లోహేతరములను విద్యుత్ ఋణావేశములు (Electro negative) అనియు అందురు.

విద్యుత్ జల పృథకరణములో ఉదజని మాత్రము లోహేతరమైనప్పటికి లోహములవలె కేథోడువద్దకు ఆకర్షింపబడుటచే దానిని విద్యుత్ ధనావేశపదార్థ మందురు.

విద్యుత్తువలన కలిగిన రసాయనిక ఫలితమగు విద్యుత్ పృథకరణము ననుసరించి విద్యుత్లేపనము (Electro plating), విద్యుత్ప్రద (Electro typing), గ్రామఫోనురికార్డు తయారు చేయుట, ఖనిజములనుండి లోహములను తీయుట మొదలైనవి జరుగుచున్నవి.

విద్యుత్తువలన కలిగిన కొంతి ఫలితము-విద్యుద్దీపములు

ఒక లోహపు తీగగుండా విద్యుత్తు ప్రవహించునప్పుడు ఆ తీగ వేడెక్కునని తెలుసుకొని యున్నాము. పొడవుగానున్న మిక్కిలి సన్నని తీగగుండా బలమైన విద్యుత్తును ప్రవహింప జేసినచో ఆ తీగ కలిగించిన అత్యధిక

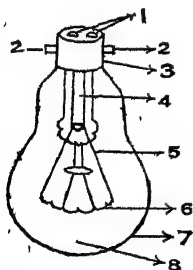
నిరోధము వలన ఆ తీగ శ్వేతోష్ణముగా వేడెక్కి వెలుగు నిచ్చును. కాని ఆ వేడికి ఆ తీగ కరగిపోకుండా ఉండవలెను. కనుక ఎక్కువ నిరోధకశక్తి, ఎక్కువ ద్రవీభవన స్థానముగల పదార్థముతో చేయబడిన పొడవైన మిక్కిలి సన్నని తీగ గుండా బలమైన విద్యుత్తు ప్రవహించునప్పుడు ఆ ఫిలమెంటు శ్వేతోష్ణముగా వేడెక్కి వెలుగు నిచ్చును. విద్యుత్తు వలన కలిగిన యీ కాంతిఫలితము ననుసరించి ఫిలమెంటు విద్యుద్దీపములు నిర్మింపబడినవి.

మొట్టమొదట ఇంగ్లాండులో స్వాన్ అను విజ్ఞాడును, అమెరికాలో ఎడిసన్ అను విజ్ఞాడును ఫిలమెంటు విద్యుద్దీపములను కనిపెట్టి నిర్మించిరి. మొదట ఎడిసన్ తన విద్యుద్దీపములో ప్లాటినమ్ ఫిలమెంటును ఉపయోగించెను. కాని కొలది కాలములోనే ఆ ప్లాటినమ్ ఫిలమెంటు పెళుసెక్కి విరిగిపోవుచు మన్నిక తక్కువగానుండెను. తరువాత ఎడిసన్, స్వాన్ కలసి లోహేతరమగు కార్బన్ ఫిలమెంట్లను తయారు చేసి విద్యుద్దీపములలో ఉపయోగించి బల్బునందలి గాలిలోని ఆక్సిజనుతో కార్బన్ ఫిలమెంటు సంయోగము చెంది మండి పోవును కనుక అట్లు జరుగకుండ, బల్బులోని గాలిని పూర్తిగా తీసివేసి గాలి శూన్య ప్రదేశము చేయబడెను. అట్టి దీపములను కార్బన్ ఫిలమెంటు శూన్య దీపము (Carbon-filament Vacuum lamps) లందురు.

కార్బన్ ఫిలమెంటు దీపములలో ఎక్కువ విద్యుత్తు ఖర్చగుటయు, క్రమముగా కార్బన్ ఫిలమెంటు పై భాగము ఆవిరిగామారి, గాజుబల్బు లోపలి గోడపై పూతగా నేర్పడుటచే నవి మసిబారి, కాంతి విహీనమగుటయు జరుగు

చుండెను. కనుక కార్బన్ ఫిలమెంటు వాయుశూన్య దీపములకు బదులు యీనాడు టంగ్స్టన్ ఫిలమెంటు వాయు పూరిత దీపములు (Tungsten filament gas filled lamps) వాడుకలో నున్నవి.

ఎక్కువ ద్రవీభవన స్థానము (Melting point) గల లోహములలో టంగ్స్టన్ ప్రశస్తమైన లోహమని తెలుసుకున్న తరువాత కార్బన్ ఫిలమెంటునకుబదులు టంగ్స్టన్ ఫిలమెంటు నుపయోగించి విద్యుద్దీపములు నిర్మింపబడినవి. వాయుశూన్యము గావించుటకు బదులు నైట్రోజను, ఆర్గాను కలసినమందవాయువుల (Inert gases) మిశ్రమముతోబల్బులు పూరింపబడి టంగ్స్టన్ ఫిలమెంటు విద్యుద్దీపములు తయారు చేయబడెను. బల్బులో మందవాయువు లుండుటచే ఫిలమెంటు ఆక్సీకరణము చెందదు, చెడిపోదు. వ్యాక్యము లేంపులకంటె వాయుపూరిత దీపములు హెచ్చుకాలము మన్నును. హెచ్చుకాంతి నిచ్చును. వీటివలన తక్కువ విద్యుత్తు ఖర్చగును.



1. లోహపు బాడిపెలు (విద్యుత్తు స్పర్శ బిందువులు)
2. లోహపు కాడలు
3. ఇత్తడిటోపి
4. గాజుకడ్డీ
5. ప్లాటినైటుతీగలు
6. టంగ్స్టన్ ఫిలమెంటు
7. గాజుబుడ్డి
8. ఆర్గాను, నైట్రోజను మందవాయువుల

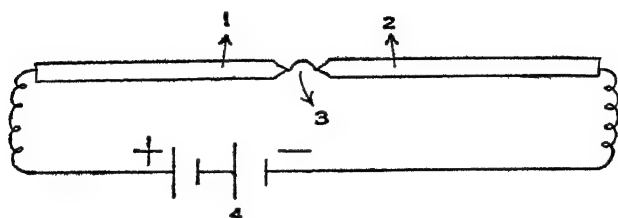
102-వ పటము
వాయుపూరిత టంగ్స్టన్
ఫిలమెంటు విద్యుద్దీపము

మిశ్రమము

ప్రక్కపటములో వాయుపూరిత టంగస్టన్ ఫిలమెంటు విద్యుద్దీపములో భాగములు చూపబడినవి. దానిలో ఒక గాజుబుడ్డి యుండును. ఆ గాజు బుడ్డికొక ఇత్తడిటోపి అమర్చబడి యుండును. గాజుబుడ్డిలోపల ఒకగాజుకడ్డియును, దానిలో ప్లాటినైటు (నికెలు, ఇనుముకలిసిన మిశ్రమలోహము) తీగలు రెండును, ఆ తీగల చివర అతుకబడి అతిసన్నని టంగస్టన్ ఫిలమెంటును అమర్చబడియుండును. ఇత్తడి టోపీపైనున్న లోహపుబాడిపెలు, విద్యుత్తు స్పర్శబిందువులు (Contact Points) గాజుబుడ్డిని ఆర్గాను, నైట్రజను మందవాయువుల మిశ్రమముతో పూరింతురు.

విద్యుద్దీపమును విద్యుద్వ్యాయములో అమర్చుటకు విద్యుద్వలయమునం దొక ఇత్తడి సాకెట్టు ఉండును. ఆ సాకెట్టునందు ప్రక్కభాగమున రెండు గాడీలుండును. సాకెట్టులోపల రెండు చిన్నకడ్డిలుండును. విద్యుత్తు బల్బునందుగల ఇత్తడి బాడిపెలకు ప్రక్కభాగమందుగల రెండుకాడలను సాకెట్టునందలి గాడీలలో దూర్చి అమర్చుట వలన విద్యుద్దీపము విద్యుద్వలయములో ప్రేరేపించుండును. సాకెట్టునందలి కడ్డిలు దీపముయొక్క బాడిపెలను తాకుచుండును. స్విచ్చి వేసినప్పుడు సాకెట్టునందలి కడ్డీలద్వారా బాడిపెలకును, వానినుండి ప్లాటినైటు తీగలద్వారా టంగస్టన్ ఫిలమెంటులోనికిని విద్యుత్తు ప్రవహించి టంగస్టన్ తీగ శ్వేతోష్ణముగా వేడెక్కి వెలిగి కాంతినిచ్చును. టంగస్టన్ ఫిలమెంటును కోయల్డ్ కోయల్ (Coiled coil) గా అమర్చి వచో ఎక్కువకాంతి వచ్చును. తక్కువ విద్యుత్తు ఖర్చగును.

కార్బన్ ధనువు దీపము (Carbon arc lamp) సిసీమా ప్రొజెక్టర్లలో కాంతివంతమైన దీపముగా కార్బన్ ఆర్కు లేంపు ఉపయోగించుటను చూచియే ఉండురు. అందులో రెండు కర్బనపుకడ్డీలు ఎలక్ట్రోడ్లుగా నుండును. వాటిని మొదట ఒకదానితోనొకటి తాకునట్లుగాచేసి వాటిగుండా బేటరీనుండి



103-వ పటము కార్బన్ ధనువుదీపము (Carbon Arc Lamp)

1, 2. కర్బనపు కడ్డీలు, 3 కర్బనపు ఆర్కు దీపము, 4. బేటరీ.

వేద్యుత్ ప్రవాహమును పంపుదురు. అవి ఎట్టుబడి వెలుగును. వెంటనే వాటి కొనలను కొంచెము ఎడముగ విడదీయుదురు. అప్పు డా రెండుకొనల మధ్యప్రదేశములో విద్యుత్తు ధనువు (Carbon arc) ఏర్పడి కండ్లకు మిరుమిట్లు గొల్పునంతటి కాంతి నిచ్చును. కర్బనపు కాడల కొనల మధ్యను కర్బనపు ఆవిరి ఏర్పడి జ్వలించి కాంతినిచ్చును. ఆ కాంతి నిలుకడగానుండదు. కనుక దానిని ఇండ్లయందు వాడుటకు వీలుపడదు. వైద్యశాలలలోను, సిసీమా ప్రొజెక్టర్లలోను కార్బన్ ఆర్కులేంపు ఉపయోగపడును. దానినుండి వెలువడిన అతినీలలోహిత కిరణములు (Ultra violet rays) శరీరానికి మంచివికావు. కాని కొన్నిరోగములను కుదుర్చుట జేవి ఉపయోగపడును గనుక వైద్యశాలలయందు అతినీల,

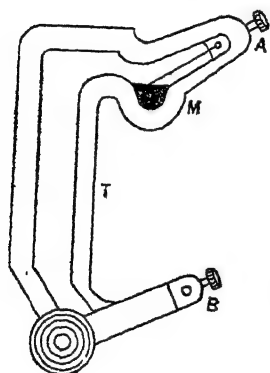
లోహితకిరణముల కొరకు కార్బన్ ఆర్కులెంపులను ఉపయోగింతురు.

బాష్పదీపములు (Vapour lamps)

ఒక గాజుగొట్టమును కొన్ని వాయువులతోనో, లేక కొన్ని ఆవిరులతోనో నింపి, దానిలోపల రెండు చివరల యందును విద్యుద్ద్వారములను (Electrodes) అమర్చి, వాటిద్వారా విద్యుత్తును ప్రవహింపజేసినగో ఆ గొట్టము నందు కాంతిపుట్టును. ఈ ఫలితముననుసరించి బాష్పదీపములు నిర్మింపబడుచున్నవి.

రసబాష్పదీపములు (Mercury Vapour Lamps):- ఈ దీపములో వాయుశూన్యము గావింపబడిన ఒక గాజుగొట్టముండును. అదే దానిబల్బు. దాని రెండుకొనలయందును రెండు గోళములుండును. ఆ గోళములలో ఒకదానియందు పాదరసమును, రెండవదానియందు ఇనుము లేక ప్లాటినము విద్యుద్ద్వారమును ఉండును. దీపమును అమర్చినప్పుడు విద్యుద్ద్వారముగల భాగముకంటె పాదరసముగల భాగము దిగువకు ఒరిగి గొట్టము వాలియుండును. దానిని మీదకు లాగుటకు, దిగువకు వంచుటకు వీలుగా గొలుసుండును. గొట్టముయొక్క కొనలు విద్యుత్ ప్రవాహముతో కలుపబడి యుండును. వ్రేలాడుచున్న రసబాష్పదీపమును గొలుసుతో క్రిందికి లాగినపుడు గొట్టమువైపునకు కొంచెము ఒరిగి పాదరసము విద్యుద్ద్వారమువద్దకు ప్రవహించును. అప్పుడు విద్యుద్వలయము పూర్తియై గొట్టములో విద్యుత్తు ప్రవహించును. వెంటనే గొలుసును వదలినచో పాదరసనాళము

తెగి వాటిమధ్య విద్యుచ్ఛాపములు (Electric Arcs) ఏర్పడును. ఆ చాపములవేడికి పాదరసము ఆవిరియై విద్యుత్ ప్రవాహమును స్థిరముగా నేర్పరచును. ఆ రసబాష్పము యొక్క కాంతియే పాదరసచాపదీపముయొక్క కాంతి. ఆకాంతి ఊదా, ఆకుపచ్చ కలసిన వర్ణముగా నుండును.



T — కూన్యస్రదేశము గావింపబడిన గాజు గొట్టము.

A, B — విద్యుత్ప్రవాహమునకు కలుపబడు అంత్యములు.

M — పాదరసము.

104-వ పటము రసబాష్పదీపము.

పాదరసపు డిశ్చార్జి దీపము

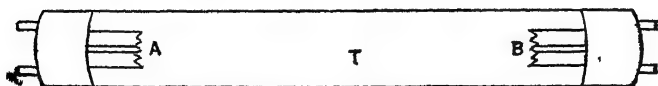
ఈ దీపమునందు రెండు గాజుగొట్టములు ఒకదానియందు జొకటి అమర్చబడి వాటి రెండింటి మధ్యభాగమునుండి గాలిని తీసివేసి వాయుశూన్యము గావింపబడియుండును. లోపలున్న గట్టి గాజుగొట్టములో ఆర్గాను, పాదరసము ఉండును. గొట్టముయొక్క రెండుకొనలయందును రెండు విద్యుద్ద్వారములు అమర్చబడియుండును. రెండు గాజుగొట్టముల మధ్యను వాయుశూన్యము గావింపబడుటచే లోపలి గాజుగొట్టముయొక్క ఉష్ణగ్రాత తగ్గుదు. అందువలన

ఆ గొట్టమందేర్పడిన రసబాష్పము తిరిగి ద్రవీభవించుటకు వీలుండదు. లోపలిగొట్టమందలి రెండు విద్యుద్ద్వారములను విద్యుత్తు ప్రవాహమునకు కలిపినప్పుడు గొట్టములో ఒక ద్వారమునుండి రెండవ ద్వారమునకు గొట్టమందుగల బాష్పముగుండా విద్యుత్తు ప్రవహించి కాంతినిచ్చును. తక్కువ పీడనములో బంధింపబడిన వాయువులలోను, బాష్పములలోను ఎక్కువ ఓలేజి విద్యుత్తు డిశ్చార్జి కలిగి ఆ దీపములు కాంతినిచ్చును. అవి ఎక్కువ కాంతివంతముగా వెలుగును. చాలకాలము మన్నును. తక్కువ విద్యుత్తు ఖర్చగును. చల్లని కాంతినిచ్చును.

రసబాష్పమునకు బదులు సోడియమ్ ఆవిరికూడ ఉపయోగింతురు. దానివలన నారింజ, పసుపురంగుకాంతివచ్చును.

ఫ్లోరసెంటు దీపము

ఈ దీపమునందు వాయుశూన్యము చేయబడిన పొడవైన గాజుగొట్టముయొక్క రెండుకొనలయందును రెండు టంగ్స్టన్ తీగచుట్టలు అమర్చబడియుండును గొట్టముయొక్క లోపలిగోడకు జింకుసల్ఫైడు స్ఫటికములవంటి ఫ్లోరసెంటు పదార్థము పూయబడియుండును. గొట్టములో కొద్దిగా పాదరసము, తక్కువ పీడనములోగల ఆర్గాను వాయువు



105-వ పటము ఫ్లోరసెంటు దీపము.

A, B = విద్యుద్ద్వారములు.

T = ఫ్లోరసెంటు పదార్థము పూయబడిన గాజుగొట్టము.

ఉండును. గొట్టమును విద్యుద్వలయమునందు అమర్చి దాని ద్వారా విద్యుత్తుప్రవాహమును పంపినచో టంగ్స్టన్ తీగ చుట్టలద్వారా విద్యుత్తు ప్రవహించి అవి బాగా వేడెక్కును. తరువాత పాదరసము ఆవిరై వెలుగును. ఆ వెలుగుకిరణము లందలి అతి నీలలోహిత కిరణములు (Ultra violet rays) కూడ, గొట్టములోపల పూయబడిన ఫ్లోరసెంటు పదార్థము వలన కంటికి కనబడు కాంతికిరణములుగా మార్పుచెందును. ఫ్లోరసెంటు దీపములనుండి వెలువడు కాంతి, ఆగొట్టము లోపల పూయబడిన ఫ్లోరసెంటు పదార్థమునుబట్టియుండును. కనుక అనేక వర్ణముల కాంతులనిచ్చు ఫ్లోరసెంటు దీపము లీనాడు తయారుచేయబడుచున్నవి.

అవి బాగుగా మన్నును. ఎక్కువ చల్లనికాంతినిచ్చును. తక్కువ విద్యుత్తు ఖర్చుగును.

PHYSICAL SCIENCE

(Bhoutika Vignanamamu)

Part I - Physics

[For Higher Secondary & Multipurpose Schools]

Form IV

By

Sri G. V. Chidambara Rao, B.A., B.Ed.,

Sri P. V. Narayana, B.Sc., B.Ed.,

Senior Science Assistants,

Maharajas Multipurpose High School, Vizianagaram.

VĒNKATRAMA & CO.

Vijayawada - Madras - Secunderabad

Price Rs 2-00 nP.

